

Kode>Nama Rumpun Ilmu:
453/ Teknik Telekomunikasi

LAPORAN AKHIR
(PENELITIAN PRODUK TERAPAN)
PENELITIAN STRATEGIS NASIONAL
Institusi



**PENERAPAN SISTEM *BASEBAND TUNING* PADA PEMODELAN
TRANSMISI RADIO FREQUENCY (RF) BERBASIS SOFTWARE RADIO**

TIM PELAKSANA

Sirmayanti, S.T., M.Eng, P.hD (Ketua)
NIDN: 0030037902

Irfan Syamsuddin, S.T, M.Com.ISM., P.hD (Anggota 1)
NIDN: 0020127305

Airin Dewi Utami Thamrin, S.T., M.T (Anggota 2)
NIDN: 0024057804

Ir. Ichsan Mahjud, M.T (Anggota 3)
NIDN: 0013026407

Dibiayai oleh:

**Direktorat Riset dan Pengabdian
Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi
Sesuai dengan kontrak Penelitian Tahun Anggaran 2018
Nomor: 043/SP2H/LT/DPRM/2018, tanggal 26 Maret 2018**

**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
NOVEMBER, 2018**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : PENERAPAN SISTEM BASEBAND TUNING PADA PEMODELAN TRANSMISI RADIO FREQUENCY (RF) BERBASIS SOFTWARE RADIO

Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : SIRMAYANTI, S.T, M.Eng, Ph.D
Perguruan Tinggi : Politeknik Negeri Ujung Pandang
NIDN : 0030037902
Jabatan Fungsional : Lektor
Program Studi : Teknik Telekomunikasi
Nomor HP : (+62) 82291298633
Alamat surel (e-mail) : sirmayanti.sirmayanti@poliupg.ac.id

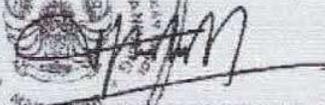
Anggota (1)
Nama Lengkap : IRFAN SYAMSUDDIN S.T, M.Com, Ph.D
NIDN : 0020127305
Perguruan Tinggi : Politeknik Negeri Ujung Pandang

Anggota (2)
Nama Lengkap : AIRIN DEWI UTAMI THAMRIN ST.,MT.
NIDN : 0024057804
Perguruan Tinggi : Politeknik Negeri Ujung Pandang

Anggota (3)
Nama Lengkap : Ir ICHSAN MAHJUD M.T
NIDN : 0013026407
Perguruan Tinggi : Politeknik Negeri Ujung Pandang

Institusi Mitra (jika ada)
Nama Institusi Mitra :
Alamat :
Penanggung Jawab :
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 2 dari rencana 2 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp 70,000,000
Biaya Keseluruhan : Rp 140,750,000

Mengetahui,
Pembantu Direktur I PNUP



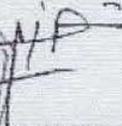
(Ibrahim Abduh, S.ST., M.T)
NIP/NIK 196805141993091001

Kota Makassar, 14 - 11 - 2018
Ketua,



(SIRMAYANTI, S.T, M.Eng, Ph.D)
NIP/NIK 197903302001122001

Menyetujui,
Ketua UPPM PNUP



(Ir. Sarwanto, M.Sc., P.hD)
NIP/NIK 195908261988031002

RINGKASAN

Sebuah konsep baru sistem transmitter digital (upconverter) *radio frequency* (RF) diperkenalkan menggunakan struktur *Sigma-Delta* ($\Sigma\Delta$) yang telah terbukti berhasil menggantikan struktur-struktur komponen analog sebagaimana yang dipersyaratkan. Struktur upconverter berbasis $\Sigma\Delta$ tepat diaplikasikan untuk meningkatkan *dynamic range*, efisiensi dan linearitas pada desain transmitter-RF GHz. Kini, sebagian besar sistem digitalisasi komunikasi wireless mensyaratkan kesesuaian penyetelan (*tunability*) pada semua frekuensi band dan penggunaan fungsi radio secara *digital signal processing* (DSP). Transmisi RF berbasis *software defined-radio* (SDR) kelak akan menjadi populer karena sirkuit digitalnya menyediakan fasilitas *software* yang mudah diatur sehingga konsumsi energinya semakin hemat. Mekanisme penting SDR ialah pendekatan pada penggantian fungsi tradisional radio analog melalui konversi DSP.

Permasalahan dan tantangan pada transmitter RF berbasis $\Sigma\Delta$ adalah munculnya fenomena *noise shaping* dan harmonik signal yang besar. Harmonik ini muncul setelah melalui proses kuantisasi digital sehingga menyebabkan interferensi dan mengurangi *strength signal* pada band signal yang diinginkan. Hasil penelitian Tahun-1 telah menerapkan pemodelan Cartesian $\Sigma\Delta$ dan mengaplikasikan frekuensi offset (f_{offset}) pada sinyal input yang dibangkitkan pada sirkuit baseband yang sudah ada untuk menghasilkan noise terendah (*noise null*) tepat pada frekuensi pembawa (*carrier frequency*, f_c). Hal ini menunjukkan bahwa jika signal transmisi yang berada tepat pada f_c maka tidak akan memperoleh harmonik pengganggu sinyal. Namun permasalahan harmonik ini belum hilang sepenuhnya dan masih akan muncul saat frekuensi clock (f_{clock}) yang *dioffset*. Tujuan penelitian ini adalah penerapan *tunability* (*baseband tuning*) untuk meningkatkan *dynamic range* pemodelan *upconveter*-RF dan mengimplementasikannya dalam validasi pengukuran melalui frekuensi nyata GHz 4G & 5G. Oleh karena itu, usulan penelitian Tahun-2 akan dilanjutkan dengan menggunakan metode akurasi prediksi posisi harmonik dan pengukuran validasi melalui skema kuantisasi beresolusi tinggi (*joint*) dan melanjutkan pengkajian teknik *phase rotation & derotation* dalam format Cartesian dan polar sehingga kemungkinan pembersihan harmonik dapat dilaksanakan dengan baik.

Target penelitian ini adalah peningkatan kinerja pemodelan transmisi digital wireless-RF sehingga dapat diaplikasikan melalui *software radio* berdaya rendah, murah dan bereffisiensi tinggi. Pemodelan ini selanjutnya dapat dirancang dalam bentuk chip *integration circuit* setelah melalui validasi pengukuran pada frekuensi real GHz.

PRAKATA

Bismillahirrahmaanirrahim.

Dengan memanjatkan puji syukur atas limpahan segala rahmat kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas anugrahNya dan hidayahNya sehingga penelitian dengan judul **”PENERAPAN SISTEM *BASEBAND TUNING* PADA PEMODELAN TRANSMISI RADIO FREQUENCY (RF) BERBASIS SOFTWARE RADIO”** (Lanjutan) dapat dikerjakan sesuai dengan waktu yang direncanakan.

Dengan selesainya penelitian ini Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi dan kepada UPPM Politeknik Negeri Ujung Pandang atas kesempatan dan biaya yang diberikan untuk melakukan penelitian ini. Terima kasih juga untuk semua jajaran pimpinan PNUP dan rekan-rekan staf pengajar program studi Teknik Telekomunikasi PNUP serta kepada semua pihak yang telah membantu.

Penulis mengharapkan saran dan kritikan yang membangun dari berbagai pihak demi kesempurnaan hasil penelitian ini serta keberlanjutan peningkatan kualitas dan manfaatnya. Semoga penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan pembangunan bangsa.

Makassar, November 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan yang telah diteliti	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Software radio pada komunikasi wireless	3
2.2 Modulasi $\Sigma\Delta$	4
2.3 Arsitektur transmitter-RF berstruktur $\Sigma\Delta$	5
2.3.1 Arsitektur band-pass $\Sigma\Delta$	5
2.3.2 Arsitektur polar $\Sigma\Delta$	6
2.4 Studi pendahuluan yang telah dilakukan	8
2.5 Road map penelitian	10
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	11
3.1 Tujuan Penelitian	11
3.2 Manfaat Penelitian	11
BAB 4. METODE PENELITIAN	12
4.1 Lokasi dan waktu penelitian	12
4.2 Konseptual dan scenario pemodelan	12
4.3 Bagan alir penelitian	15
4.3.1 Fish Bone	15
4.3.2 Langkah-langkah penelitian	16
BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI	19
5.1 Pemodelan Kuantisasi digital $\Sigma\Delta$ dan fenomena distorsi interferensi	20
5.2 Akurasi OSR dan f_{offset} yang tepat dalam kinerja transmitter-RF $\Sigma\Delta$	22
5.3. Konseptual digital block bagi sigma delta based RF transmitter untuk aplikasi software radio multiband	26
5.4 Standarisasi High Resolution Quantisation (HRQ) pada aplikasi struktur RF-Upconverter	27
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN	30
6.1 Kesimpulan Hasil	30
2.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Software radio merupakan sebuah konsep pengembangan *multi-mode/multi-band* sebagai solusi dari semakin meningkatnya ketidakcocokan standar-standar *air-interface* komunikasi radio. Sistem radio seharusnya dapat digunakan sama pada semua perangkat keras komunikasi dimanapun di seluruh dunia. Sebuah perangkat telepon (*phone*) seharusnya dapat mengakomodasi sistem *global system for mobile communications* (GSM) dan *wideband-code division multiple access* (W-CDMA) sebagai standar di Eropa, *Pacific digital cellular* (PDC) dan *personal handy phone system* (PHS) sebagai standar di Asia, dan juga pada *Interim standard 54* (IS-54), IS-95 dan CDMA2000 sebagai standar di Amerika. Demikian pula bahwa *phone* tersebut juga seharusnya dapat mengakomodasi perbedaan fungsi-fungsi sistem komunikasi seperti selular *universal mobile telecommunications systems* (UMTS), *cordless* (contoh *digital enhanced cordless telekommunications* (DECT)), satelit UMTS, area jaringan pribadi (contoh *buetooth*) dan area jaringan lokal (contoh IEEE 802.11). Bahkan untuk beberapa fungsi terbaru dalam generasi keempat (G4) dan *future* G5 dan sistem *mobile* juga akan bertambah dalam daftar tersebut. Dengan demikian *software radio* dikembangkan agar terdapat suatu standar tunggal untuk dapat menguasai semua area dan semua pelayanan, sehingga pemakai cukup menggunakan satu sistem *handset* saja namun bersifat *multi-mode/multi-band*, Arfi (2015).

Software radio lebih mendekatkan pada penggantian fungsi tradisional radio analog dengan *digital signal processing* (DSP), Vankka (2005). Oleh karena itu, untuk menuju digitalisasi transmisi, semua komponen analog tersebut akan dieliminasi dan digantikan dengan system DSP yang lebih fleksibel. Sebuah konsep baru sistem transmitter radio frequency (RF) kini telah diperkenalkan dengan menggunakan struktur *Sigma-Delta* ($\Sigma\Delta$) yang akan menggantikan struktur komponen analog seperti *low pass filter* (LPF), modulator dan *band pass filter* (BPF), *local oscillator* (LO).

Salah satu model transmitter-RF yang berstruktur $\Sigma\Delta$ adalah Cartesian $\Sigma\Delta$ *upconverter*, dimana struktur ini cocok diaplikasikan pada standard WLAN dan WCDMA, Bassoo (2009). Performasi arsitektur *upconverter* ini dapat menjadi tolak ukur yang sangat penting untuk mencapai efisiensi tinggi dan linearitas terbaik dalam

men-drive penguat-penguat kelas *switch mode* (SMPA). Skema tersebut diatas dapat menghasilkan noise terendah (*noise null*) tepat pada frekuensi pembawa, f_c (*carrier frequency*), atau diatur pada $\frac{1}{4}$ dari frekuensi detak, f_{clock} (*clock frequency*).

1.2 Permasalahan yang telah diteliti

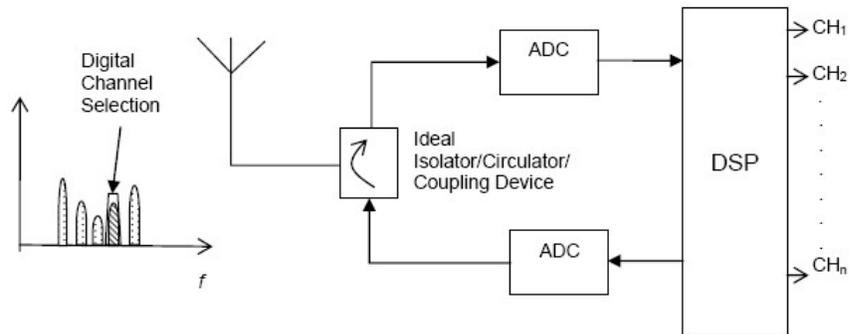
Hasil penelitian oleh **Sirmayanti** (2012) bahwa jika signal transmisi yang berada tepat pada f_c maka tidak akan memperoleh distorsi pengganggu sinyal. Namun demikian, sebagian besar system wireless mensyaratkan kesesuaian penyetelan (*tunability*) pada semua frekuensi band. Terdapat dua solusi yang mungkin dapat dilakukan; pertama, mengganti f_{clock} pada sirkuit *upconverter*, namun berdampak pada kesatuan waktu (*synthesized clock*) dan juga ketersediaan resolusi frekuensi yang tepat. Kedua, mengaplikasikan f_{offset} (*frequency offset*) pada sinyal input dalam posisi *noise null*. Dari kedua hal tersebut, hal yang paling mudah dilakukan adalah solusi opsi yang kedua karena f_{offset} dapat dibangkitkan pada sirkuit baseband yang sudah ada. Namun permasalahan distorsi (gangguan sinyal pengganggu yang tidak diinginkan) masih akan muncul saat f_{clock} yang *dioffset*.

Oleh karena itu, penelitian ini telah melakukan penerapan *tunability* untuk meningkatkan *dynamic range* pemodelan *upconveter* tersebut. Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya oleh **Sirmayanti** (2017). Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa saat variable f_{offset} meningkat dan jika seluruh band *dishiff* melalui *intermediate frequency* (IF) maka produk distorti secara nyata akan berpindah jauh dari posisi f_c . Namun hasil penelitian ini masih menggunakan resolusi metode kuantisasi dimensi satu yaitu kuantisasi ganjil saja. Dengan demikian, metode yang akan diusulkan yakni sinyal transmisi akan *dioffset* dari frekuensi pembawanya menggunakan variable *over sampling rasio* (OSR) yang berbeda-beda, kemudian dilakukan *channel tuning* melalui variable-variabel nilai *offset* yang besar sebagai solusi terbaiknya. Metode kuantisasi joint akan diterapkan untuk meningkatkan level noise kuantisasi yang terbukti dapat menurunkan *noise floor* hingga 3dB, **Sirmayanti** (2012). Pola skema ini diharapkan dapat mengantarkan sinyal yang diinginkan (*desired signal*) mencapai posisi frekuensi pusat tepat berada pada *noise floor* terendahnya sementara distorsi harmoniknya akan tergeser menjauhi *desired signal* tersebut.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Software radio pada komunikasi wireless

Software radio akan memegang harapan untuk sebuah sistem baru dalam komunikasi wireless. Lebih khusus lagi dengan adanya proses pemakaian bersama spektrum frekuensi (*spectrum sharing*) melalui *dynamic-coordination*, sehingga sejenis frekuensi yang menganggur (*white space*) dapat dikreasikan lebih mungkin kedalam penggunaan spektrumnya. Kemampuan *sharing spektrum* ini dapat dibangun melalui sistem shift (*paradigm-shift*) pada sistem komunikasi wireless dari pemancar (Tx) ke penerima (Rx) dengan jalan apapun saat *interference-power* lebih besar dari pemancaran Tx, Mitola (1999). Hal ini tentu berdampak pada adaptasi radio sesuai pada kondisi lingkungannya. *Software radio* akan berupa sistem komputer dan bahkan dianggap sebagai radio dalam sebuah komputer atau komputer sebagai Tx. Sistem ini menyediakan fitur teknologi komunikasi dan perhitungan kebutuhan bagi user terhadap jaringan diinginkannya.



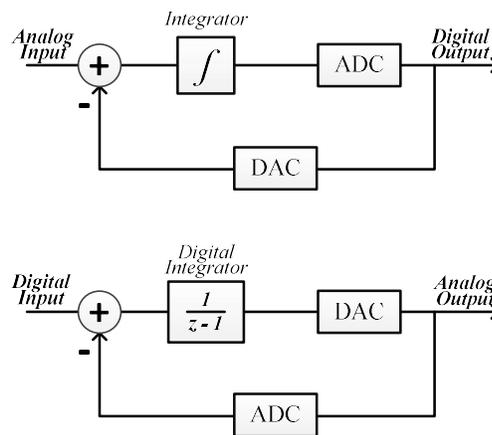
Gambar 2.1 Arsitektur ideal software radio.

Software radio memungkinkan sebuah konsep *multi-mode/multi-band* yang terdiri atas penerima dengan multi-penyambungan, Vankka (2005). Kanal yang diinginkan diseleksi dengan menggunakan sebuah filter seleksi kanal tetap pada frekuensi menengah dan lebar pita kanal yang diatur oleh parameter standar yang diberlakukan. Arsitektur umum *software radio* seperti terlihat pada Gambar 2.1. Pada konsep ini, konversi analog ke digital ditempatkan langsung pada sisi awal sistem. Setiap band yang masuk, yang memuat beberapa kanal, akan didigitalisasikan sehingga semua fungsi kerja radio yang dilaluinya akan diformasikan menggunakan program mikroprosesor DSP. Model sistem ideal penerima ini dapat pula dikonfigurasi

kembali sehingga cocok pada semua band RF, modulasi ataupun format data, **Sirmayanti** (2010). Dengan sistem ini, jaringan komunikasi radio yang berlangsung mendapatkan keuntungan yang sangat signifikan terutama dalam hal pengurangan ukuran, biaya dan konsumsi daya.

2.2 Modulasi $\Sigma\Delta$

Teknik modulasi $\Sigma\Delta$ digunakan untuk konversi analog ke digital (A/D) dan digital ke analog (D/A). Teknik A/D dan D/A juga dikenal dengan ADC dan DAC. Modulator $\Sigma\Delta$ yang memiliki *dynamic range* yang besar, area chip yang kecil dan mengkonsumsi daya input yang rendah sehingga memudahkannya diaplikasikan sebagai unsur komponen elektronik. Secara umum, operasi modulasinya dengan cara mengurangi hasil sampling kuantisasi error dari sampling signal yang dihasilkan sebelumnya (*feedback*) dan seterusnya sampai berulang-ulang hingga error kuantisasi yang diperoleh menjadi nol. Error signal akan diperoleh setelah di link *feedback* sehingga teknik $\Sigma\Delta$ dapat beroperasi pula sebagai sebuah *filter* karena memisahkan *transfer function* untuk signal dan noisenya, Schreier (2005).



Gambar 2.2. $\Sigma\Delta$ modulator sebagai ADC and DAC (bawah).

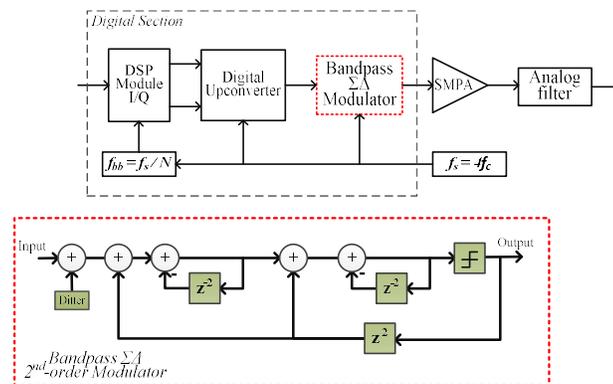
Gambar 2.2 (atas) memperlihatkan struktur analog dasar sebuah ADC dengan filter (*intergrator*), sedangkan Gambar 2.2 (bawah) memperlihatkan struktur DSP sebuah DAC dengan filter (*digital integrator*) dan linear z -domainnya. Modulator $\Sigma\Delta$ dapat dinormalisasikan secara linear untuk memudahkan dalam analisis matematika, dimana kuantiser dapat diasumsikan sebagai non-korelasi *white noise*, $E(z)$, dan keluarannya berupa hasil penjumlahan kuantisasi noise terbentuk dari *noise transfer function* (NTF) dengan signal input terbentuk dari *signal transfer function* (STF),

Schreier (2005). Filter digital $H(z)$ diperoleh dari sebuah integrator dengan transfer function $\frac{1}{z-1}$ dan beroperasi sebagai *noise shaping filter* pada $E(z)$ dan juga sebagai *signal shaping filter* pada $U(z)$.

2.3 Arsitektur transmitter-RF berstruktur $\Sigma\Delta$

2.3.1 Arsitektur band-pass $\Sigma\Delta$

Teknik modulasi *band-pass* $\Sigma\Delta$ merupakan solusi struktur permulaan untuk desain pemancar RF menggunakan *switch mode power amplifier* (SMPA). Keyzer (2001) dalam penelitiannya bahwa modulator *band-pass* $\Sigma\Delta$ mampu menghasilkan sebuah deretan signal pulsa dan mampu menekan noise hasil kuantisasi sehingga sangat cocok sebagai masukan ke penguat-penguat SMPA, seperti terlihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Struktur band-pass $\Sigma\Delta$ (2^{nd} order).

Teknik modulasi ini dapat menghilangkan prosesi analog melalui konversi DSP yaitu dengan cara mengganti *band-pass* $\Sigma\Delta$ 1-bit ADC dengan *band-pass* $\Sigma\Delta$ 1-bit DAC. Modul DSP digunakan untuk menghasilkan input signal baseband $I-Q$. Setelah itu, kedua input tersebut akan diinterpolasi dengan frekuensi cuplik (*sampling frequency*) yang cukup besar sebelum dilakukan konversi sinyal. Metode konversi dilakukan dengan cara masing-masing signal baseband $I-Q$ dikalikan dengan deret pulsa 1,1,-1,-1,... (untuk baseband- I) and -1,1,1,-1,... (untuk baseband- Q). Hasil proses konversi kemudian digabungkan dan diteruskan ke modulator *band-pass* $\Sigma\Delta$ dimana akan menghasilkan sederetan signal digita untuk kemudian diteruskan ke SMPA. Teknik modulasi ini memerlukan *sampling frequency* yang empat kali lebih besar dari frekuensi pembawa (*carrier frequency*) RF. Dengan tingginya kecepatan waktu (*clock rate*) tersebut maka pula memerlukan konsumsi daya yang besar sehingga bisa mengurangi efisiensi sistemnya.

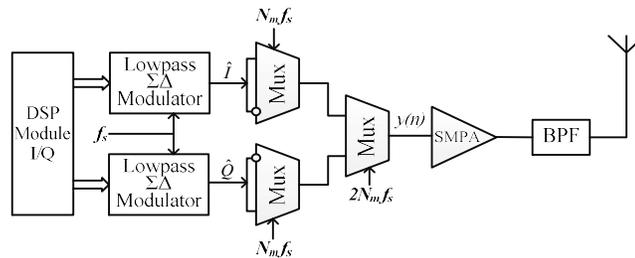
Implementasi lain pada teknik *band-pass* $\Sigma\Delta$ dalam konversi sinyal yaitu menggunakan kombinasi dua modulator *low-pass* $\Sigma\Delta$ untuk masing-masing baseband-*I* dan baseband-*Q*, Helaoui (2008). Seperti terlihat pada Gambar 2.4, konsep ini juga dilengkapi dengan tiga buah unit *multiplexer* (Mux) yang beroperasi seperti *quadrature modulator* untuk mengkonversi bit kuantisasi $\hat{I}-\hat{Q}$ ke bentuk sinyal RF melalui frekuensi pembawa (*carrier frequency*, f_c). Hal ini dapat dituliskan dalam persamaan berikut:

$$y_{RF}(n) = \hat{Q} \sin\left(2\pi n \frac{f_c}{f_{clock}}\right) + \hat{I} \cos\left(2\pi n \frac{f_c}{f_{clock}}\right) \quad (1)$$

Pada saat $f_{clock} = 4f_c$ maka persamaan (1) menjadi:

$$\sin\left(2\pi n \frac{f_c}{f_{clock}}\right) = 0,1,0,-1,0,1, \dots \quad (2)$$

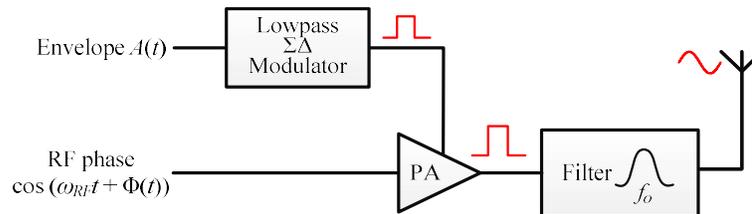
$$\cos\left(2\pi n \frac{f_c}{f_{clock}}\right) = 1,0,-1,0,1,0 \dots \quad (3)$$



Gambar 2.4. Struktur *band-pass* $\Sigma\Delta$ (two *low-pass* $\Sigma\Delta$ s).

2.3.2 Arsitektur polar $\Sigma\Delta$

Teknik polar $\Sigma\Delta$ beroperasi pada sinyal berskema polar (amplituda $A(t)$ and fasa $\Phi(t)$) dan bukan skema *I-Q*, Nielsen (2007). Struktur polar $\Sigma\Delta$ ini telah diperkenalkan bertujuan untuk mengurangi aktivitas switching dan mengurangi penggunaan komponen analog.

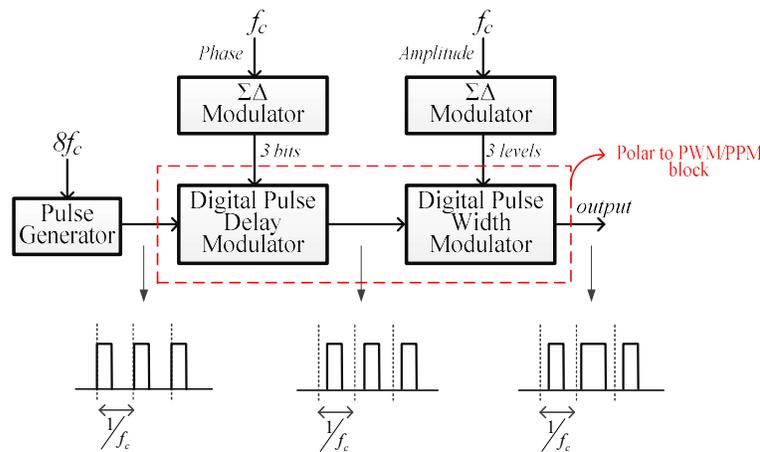


Gambar 2.5. Arsitektur polar $\Sigma\Delta$ based *burst-mode*.

Gambar 2.5 memperlihatkan struktur polar $\Sigma\Delta$ yang terdiri atas modulator *low-pass* $\Sigma\Delta$ 1-bit dan sebuah gerbang penguat. Setiap sampel amplituda sinyal input $A(t)$ akan mewakili nilai rata-rata periode ‘on’-‘off’ berbentuk signal pulsa dan inilah sebagai bagian output modulator *low-pass* $\Sigma\Delta$. Sedangkan fasa input akan mewakili

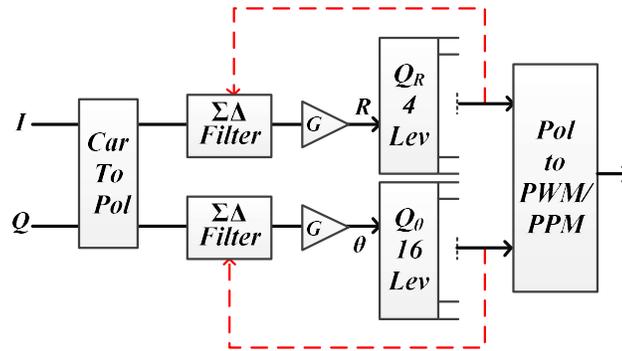
pewaktuannya pada pembawa RF. Gerbang penguat beroperasi dalam mode saturasi dengan input berupa gelombang segiempat.

Keyzer (2002) melakukan penelitian serupa dengan mengembangkan struktur $\Sigma\Delta$ melalui dua modulator $\Sigma\Delta$, dimana masing-masing modulator menghasilkan pulsa signal yang mengandung nilai amplitudo dan fasa signal. Struktur $\Sigma\Delta$ juga dirancang dengan menambahkan blok konversi *pulse width modulation* (PWM) dan *pulse position modulation* (PPM), terlihat pada Gambar 2.6. Amplitudo signal dikuantisasi kedalam tiga level dan fasa signal dikuantisasi kedalam delapan level. *Digital pulse delay modulator* berperan pada input pemodulasi fasa dalam periode f_c dan *digital pulse delay modulator* berperan menghasilkan output termodulasi fasa dalam periode $\frac{1}{8f_c}$. Proses selanjutnya adalah *pulse expander* untuk mengubah-ubah lebar fasa. Struktur ini mampu mengurangi penggunaan jumlah pulsa dalam satu periode dan hampir tidak terdapat *switching pulse* disaat signal inputnya kecil. Struktur ini sangat baik diterapkan dalam transmitter-RF karena memiliki efisiensi yang sangat baik namun kelemahannya ialah terbentuknya lebar pulsa (bandwidth) yang sangat besar.



Gambar 2.6. Arsitektur polar $\Sigma\Delta$ architecture oleh Keyzer (2002).

Bassoo (2009) melakukan penelitian pengembangan pada struktur polar $\Sigma\Delta$ seperti terlihat pada Gambar 2.7. Input signal berupa baseband $I-Q$ dikonversi kedalam format polar menghasilkan R, θ . Dua buah modulator *low-pass* $\Sigma\Delta$ ditempatkan untuk masing-masing signal R (amplitudo) dan θ (fasa). Nilai R dikuantisasi dalam 4 level sedangkan dan θ dikuantisasi dalam 16 level terdistribusi antara nilai 0 hingga 2π . Luaran hasil kuantisasi akan dijadikan unit *loop* (*feedback*) kembali ke filter $\Sigma\Delta$ dan sekaligus juga diteruskan ke blok ‘Polar to PWM/PPM’ untuk menghasilkan pulsa *waveform*. Hasil inilah kemudian akan menjadi input untuk SMPA.



Gambar 2.7. Arsitektur polar $\Sigma\Delta$ oleh Bassoo (2009).

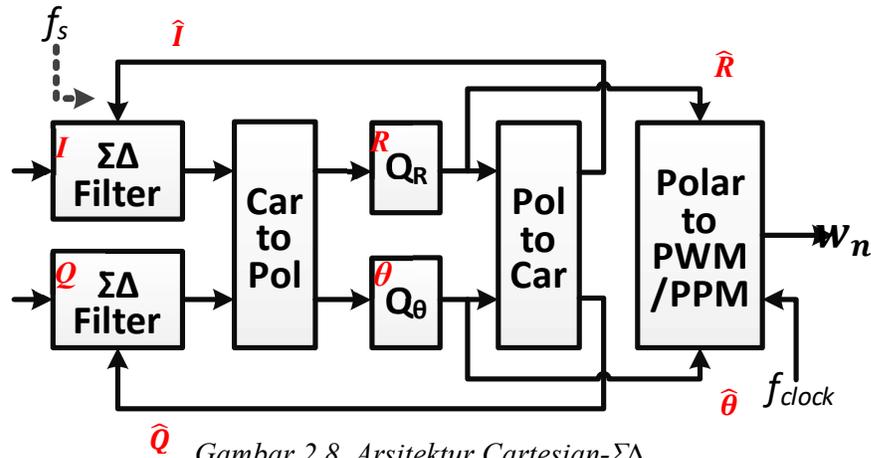
Dari hasil studi pustaka dan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa struktur $\Sigma\Delta$ dapat menghasilkan akurasi lebar dan posisi pulsa pada setiap cycle di frekuensi pembawa (*carrier frequency*). Dengan demikian dalam struktur $\Sigma\Delta$ signal fasa harus dimodifikasi untuk mengurangi pergeseran fasa. Selain itu, struktur polar $\Sigma\Delta$ memiliki bandwidth besar dibandingkan dengan struktur $I-Q$ sehingga proses ini bisa mengurangi modulasi lebar pita yang diinginkan. Walaupun demikian, struktur ini tetap unggul dalam mengurangi kecepatan cuplik. Kekurangan struktur polar $\Sigma\Delta$ terdapat pada *noise quantization* dan *noise floor* yang tinggi yang menyebabkan munculnya banyak komponen spectral yang tak diinginkan bahkan menjadi gangguan bagi signal utama. Kuantisasi level pada struktur-struktur diatas umumnya masih bergantung pada periode clock umum. Peningkatan kinerja dengan meneliti model kuantisasi per periode clock dengan mempertimbangkan setiap perubahan OSR diharapkan akan lebih akurat sehingga dapat sangat berpengaruh dalam membentuk lebar dan posisi bagi signal RF yang lebih efisien.

Penelitian yang akan dilakukan merupakan penelitian yang berupaya untuk meningkatkan kinerja struktur transmisi digital wireless-RF dengan meningkatkan *dynamis range* melalui *baseband tuning* dan menjauhkan *harmonic distortion* dari signal yang diinginkan. Hal ini akan dilakukan melalui metode kuantisasi polar dua dimensi yang disebut kuantisasi joint.

2.4 Studi pendahuluan yang telah dilakukan

Telah dilaksanakan beberapa studi pendahuluan untuk menunjang penelitian yang akan dilakukan. Studi pendahuluan yang telah dilakukan adalah berupa studi pustaka dan penelitian pendahuluan terutama tentang pengembangan struktur $\Sigma\Delta$ menuju aplikasi sistem transmisi-RF.

Beberapa penelitian berupa simulasi karakteristik telah dilakukan pada struktur dasar filter $\Sigma\Delta$ yakni modulator $\Sigma\Delta$ orde-1 (MOD1) dan orde-2 (MOD2). Perbandingan struktur $\Sigma\Delta$ MOD1 dan MOD2 dapat memperlihatkan fenomena *noise shaping*. Semakin tinggi OSR dan level ordernya, *noise shaping* akan semakin kecil. Dari hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa MOD2 mampu menekan noise shaping lebih baik daripada MOD1.



Gambar 2.8. Arsitektur Cartesian- $\Sigma\Delta$.

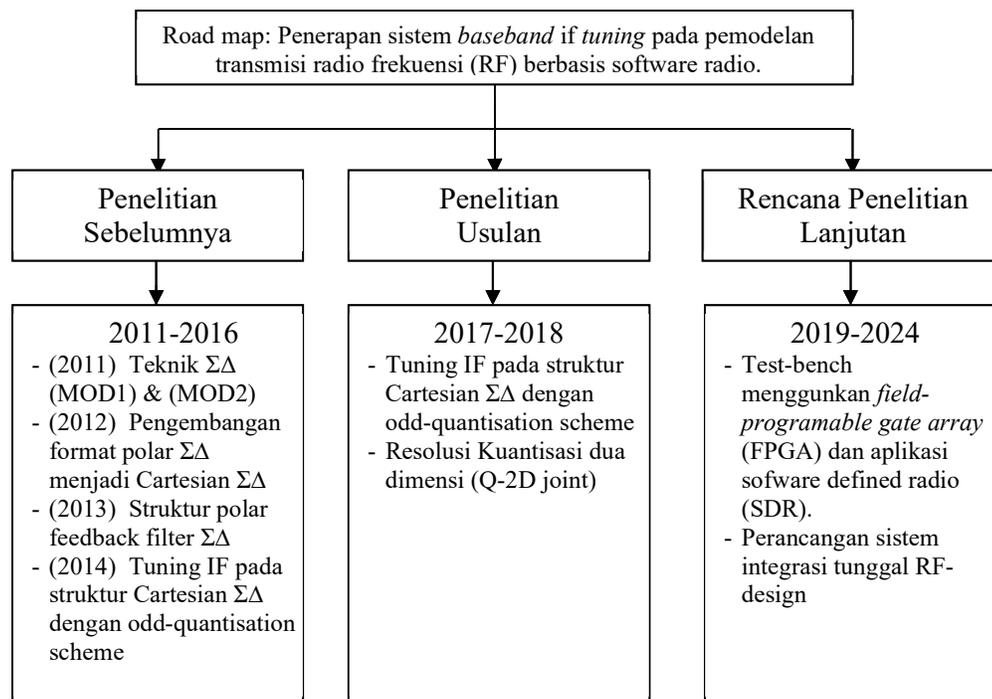
Studi pendahuluan selanjutnya yang telah dilaksanakan adalah sebuah pengembangan baru dari modulator polar $\Sigma\Delta$ menuju struktur Cartesian $\Sigma\Delta$ seperti pada Gambar 2.8. Format Cartesian- $\Sigma\Delta$ diajukan untuk mengatasi masalah pelebaran lebar pita (*switching bandwidth*) dan fleksibilitas perangkat transmisi untuk mengeliminasi beberapa komponen analog, **Sirmayanti** (2011). Skema Cartesian- $\Sigma\Delta$ senantiasa mempertimbangkan *carrier frekuensi* (f_c) yang terhamonisasi dengan *clock frekuensi* (f_{clock}) pada sisi unit *feedback* filter $\Sigma\Delta$. Misalnya jika $f_{clock}=4f_c$, akan berarti menggeser *carrier frekuensi* juga akan menggeser *clock frekuensi*.

Konsep dasar arsitektur modulator $\Sigma\Delta$ sebagai digital converter juga telah dilaksanakan. **Sirmayanti** (2014) dalam hasil review studi literature menunjukan metode arsitektur yang tepat untuk optimalisasi struktur filter $\Sigma\Delta$. Metode penelitian dilakukan dengan cara membandingkan signal level pada *spectrum adjance control power* (ACP) antara polar dan Cartesian $\Sigma\Delta$ s menggunakan signal OFDM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur Cartesian $\Sigma\Delta$ (Cartesian $\Sigma\Delta$ upconverters) memiliki keunggulan dibandingkan dengan struktur *band pass* $\Sigma\Delta$ dan polar $\Sigma\Delta$ terutama pada permasalahan *bandwidth expansion* dan penurunan *switching activity*.

Penelitian *baseband IF tuning* sebelumnya oleh **Sirmayanti** (2017) masih dititikberatkan metode kuantisasi dari *pulsewidth period* bernilai ganjil. Dari hasil penelitian ini, system konversi signal baseband polar menuju ke RF menggunakan PWM/PPM memunculkan distorsi di sekitar spectrum keluaran (walaupun *noise floor*-nya sudah yang sangat rendah dari *pulsewidth period* bernilai ganjil). Distorsi tersebut adalah signal harmonik pada setiap range frekuensi offestnya (f_{offset} yaitu jarak antara f_c ke signal utama). Bentuk signal harmonik ini adalah *image* ($-f_{offset}$), harmonic-3 ($3f_{offset}$), harmonic-5 ($5f_{offset}$) dan seterusnya pada setiap harmonik ganjil. Proses PPM merupakan hal yang paling krusial penyebab utama fenomena ini. Perubahan sebuah signal fasa diwakili oleh perubahan posisi pulsanya dan posisi awal pulsa tersebut (*pulse edge*) harus tepat terjadi pada awal pulsa periode (*digital timing*). Solusi *baseband IF tuning* diharapkan dapat menekan noise null dan menggeser sejauh mungkin distorsi-distorsi tersebut dari *desired signal*.

2.5 Road map penelitian

Road map penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.9 berikut.



Gambar 2.9. Peta penelitian yang telah dilakukan, yang sedang diusulkan dan arah rencana penelitian selanjutnya.

BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk:

- a. Menentukan akurasi variabel OSR dan f_{offset} yang tepat dalam kinerja transmitter-RF berstruktur $\Sigma\Delta$.
- b. Mengkaji pemodelan transmitter-RF melalui *phase rotation & derotation* dalam format Cartesian dan polar sebagai penerapan *baseband IF tuning*.
- c. Mengimplementasikan hasil pemodelan transmitter-RF dalam validasi pengukuran melalui frekuensi nyata GHz dalam rangka mewujudkan kesesuaian standar sebagai aplikasi software.

3.2 Manfaat Penelitian

Metode struktur $\Sigma\Delta$ adalah termasuk yang direkomendasikan dalam desain transmisi digital RF. Hal ini semakin memungkinkan dikembangkan sebuah perangkat baru transmisi-RF berbasis *software radio* yang berdaya sangat rendah dan dengan ukuran perangkat transmitter yang kecil. Teknologi 5G pada kisaran 20 Gbps (nantinya menuju unlimited bps pada generasi 6G) dan konsep digitalisasi struktur transmitter yang terintegrasi dalam aplikasi *software defined radio* (SDR) akan dipersyaratkan pada struktur arsitektur dan infrastruktur teknologi berdimensi kecil dan hanya membutuhkan energi daya yang kecil (*mWatt transmitter*).

Manfaat penelitian ini adalah untuk peningkatan kinerja transmisi-RF baik dari segi efisiensi dan kelinearannya. Hasilnya akan diterapkan pada pembangunan arsitektur RF berstruktur $\Sigma\Delta$ full digital murni untuk aplikasi sebagai sebuah *software radio*. Hasil metode ini kelak dapat dirancang oleh peneliti di bidang mikroelektronika RF-design dalam bentuk digital circuit sehingga menghasilkan sebuah chip tunggal sebagai transmitter-RF *integration circuit* (IC).

Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengembangkan pemodelan digitalisasi perangkat transmisi RF yang lebih optimal, terbaru dan diaplikasikan dalam sistem telekomunikasi wireless masa depan. Hasil penelitian ini akan memberikan sumbangan kontribusi ilmu pengetahuan berupa teknik modulasi $\Sigma\Delta$, kuantisasi $\Sigma\Delta$, dan konsep SDR.

BAB IV. METODE PENELITIAN

Metode penelitian untuk peningkatan kinerja pemodelan transmisi-RF berbasis *software radio* adalah dimulai dengan desain, simulasi, analisis dan pengukuran validasi yang akan dilakukan secara bertahap. Desain Cartesian $\Sigma\Delta$ sebagaimana telah dilaksanakan di penelitian dan studi pendahukuan sebelumnya (road map penelitian pada Gambar 2.9) kini akan dikembangkan pada sisi blok Quantisernya dengan menambahkan unit *offset phase rotation* dan *derotation*. Simulasi akan dibuat untuk menginvestigasi karakteristik kuantisasi joint. Analisis akan dilaksanakan untuk mengetahui tingkat resolusi yang terbaik pada pemilihan variasi OSR dan f_{offset} yang digunakan untuk berbagai level kuantisasi yang digunakan. Analisis ini juga berupa analisis matematika sehingga validasi simulasi dapat dibandingkan dengan perhitungan secara teorinya. Tahap terakhir adalah validasi keseluruhan simulasi melalui pengukuran kepada frekuensi real (GHz).

Penelitian pada tahun pertama ini, hal yang telah dilaksanakan yakni dengan menentukan akurasi variabel OSR dan f_{offset} yang tepat dalam kinerja transmitter-RF berstruktur $\Sigma\Delta$. Pemilihan OSR yang tepat mempengaruhi level f_{offset} yang akan digunakan seperti kesesuaiannya pada standar WLAN dan WCDMA.

4.1 Lokasi dan waktu penelitian

Pelaksanaan simulasi dan pengukuran telah dilakukan di Laboratorium Frekuensi Tinggi, Transmisi dan Gelombang Mikro Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Waktu pelaksanaan telah dilakukan selama enam (6) bulan dari delapan (8) bulan perencanaan di tahun kedua ini (2018).

4.2 Konseptual dan skenario pemodelan

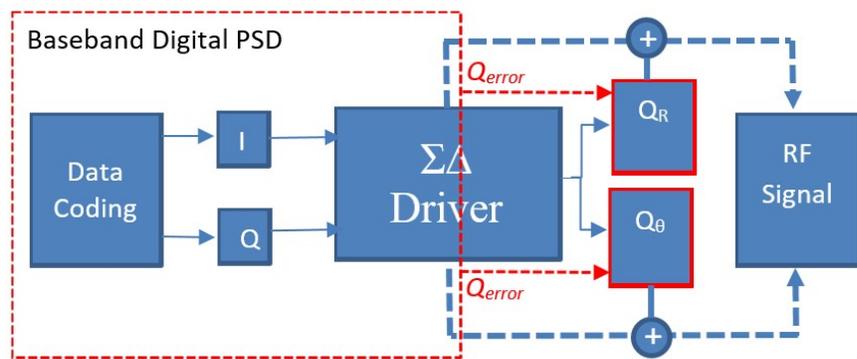
High resolution quantitation (HRQ) merupakan salah satu aplikasi skala ukur kuantisasi digital selama pemrosesan sinyal digital DSP dilakukan. Secara umum, proses kuantisasi melaksanakan pemetaan nilai input kontinyu menghasilkan sederatan pendekatan hasil yang diinginkan. Selain itu, HRQ digunakan untuk mengurangi kompleksnya algoritma dalam DSP (Kelly, 2005). Sinyal terkuantisasi adalah hasil yang diperoleh pasca proses kuantisasi. Dalam hal HRQ, hasil yang diperoleh adalah selisih antara nilai input dan nilai kuantisasinya. Salah satu aplikasi kuantisasi digital sebagai fungsi konverter sinyal terdapat pada konverter analog-ke-digital (*analog-to-digital converter*, ADC) dan konverter digital-ke-analog (*digital-to-analog converter*, DAC).

Metode fungsi ADC dengan metode HRQ pada struktur RF-transmitter atau RF-upconverter telah dilaksanakan. Dalam struktur ini, HRQ memiliki fungsi *noise shaping filter* yaitu untuk mendistribusikan kuantisasi error atau noise pada posisi terendah dalam band signal yang diinginkan. Metode ini selanjutnya telah diaplikasikan sebagai solusi tuning baseband (Sirmayanti, 2014) dengan nilai efisiensi tinggi. Tulisan ini merupakan bagian dari konsep penerapan tunability pada band signal RF dalam rangka untuk meningkatkan *dynamic range* pemodelan RF-upconverter yang diusulkan oleh Sirmayanti dkk (2017).

Metode kuantisasi yang telah diaplikasi dalam struktur RF-upconverter terdapat dua jenis yaitu Kuantisasi Cartesian dan Kuantisasi Polar.

a. Kuantisasi Cartesian (Cartesian-Quantisation, CQ)

CQ-HRQ sebagaimana terlihat pada Gambar 4.1 dikenal dengan struktur Cartesian- $\Sigma\Delta$. Tingkat resolusi struktur ini adalah dapat menghasilkan pulsewidth dan pulseposition pada setiap periode cycle $f_{carrier}$ (*carrier frequency*) dengan akurasi yang baik. Selain mempertimbangkan perubahan cycle pada $f_{carrier}$, resolusi yang tinggi dapat diperoleh melalui pemilihan *over sampling ratio* (OSR) yang tepat. Konsep dasar struktur ini adalah mengaplikasikan signal band *I-Q* dalam koordinat Cartesian yang secara keseluruhan terdapat dalam baseband hingga diproses dalam kuantisasi tersebut.

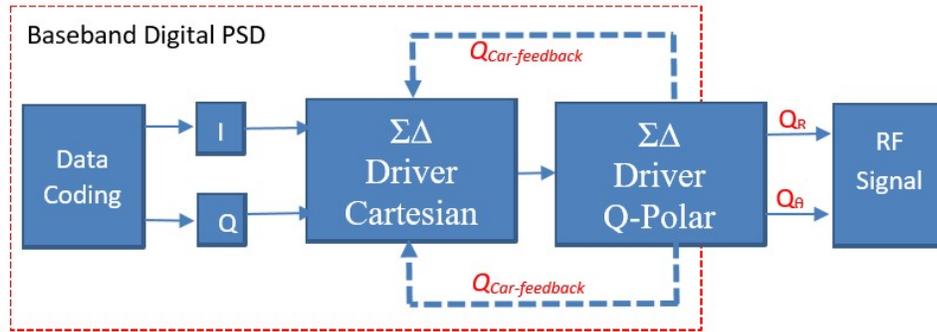


Gambar 4.1. Arsitektur CQ-HRQ menghasilkan RF signal.

Dibandingkan dengan metode kuantisasi lain berbasis *burst-mode* (Nielsen, 2007) dan *band-pass filter* (Helaoui, 2008), struktur CQ-HRQ memiliki keunggulan pengurangan ekspansi bandwidth lebih besar dibandingkan dengan kedua metode tersebut. Walaupun keduanya menampilkan input *I-Q* yang sama namun hasil modulasinya menunjukkan efisiensi bandwidth CQ-HRQ lebih terakomodasi dengan *noise floor* yang sangat rendah.

b. Kuantisasi Polar (Polar-Quantisation, PQ)

Perbedaan mendasar PQ-HRQ dengan CQ-HRQ adalah penerapan Polar format hanya selama proses kuantisasi baseband. Strukturnya dapat menerapkan tingkatan order filter $\Sigma\Delta$ yang berbeda-beda (Sirmayanti, 2012). Hasil penelitian oleh Bassoo (2009) menunjukkan penggunaan hingga pada order 2 (MOD2) Low-pass $\Sigma\Delta$ dan berhasil diterapkan pada struktur ini.



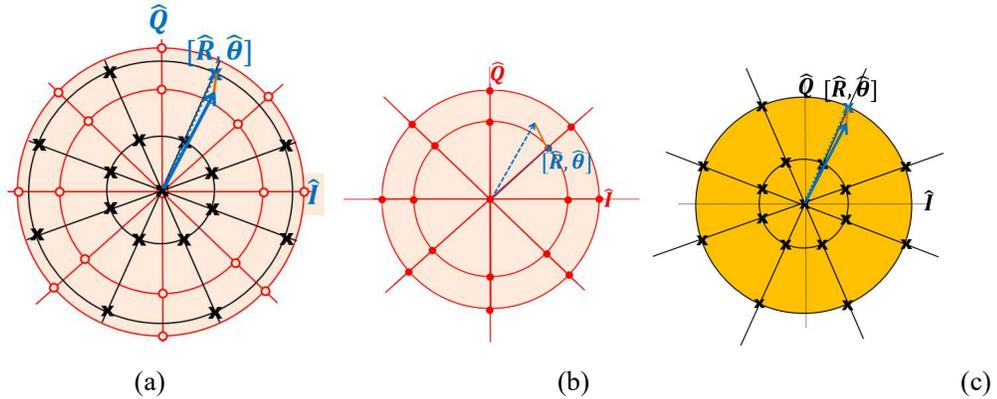
Gambar 4.2. Arsitektur PQ-HRQ menghasilkan RF signal.

Pada Gambar 4.2, proses eksekusi menghasilkan sinyal hasil terkuantisasi Q_R dan Q_θ diperoleh secara murni melalui format Polar. Dipilihnya format Polar karena skema ini mengandung unsur sinyal envelope real *amplitude* dan *phase*. Kedua variable ini mampu mudah merepresentasikan masing-masing sebagai *pulsewidth* dan *pulseposition* dalam proses konversi modulasi ke RF signal berupa murni *digital wave*.

Bagi kedua metode CQ-HRQ dan PQ-HRQ, struktur-struktur ini memiliki kesamaan polarisasi sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3. Polarisasi ini dilakukan melalui metode pendekatan variable *envelope amplitude* Q_R dan *phase* Q_θ dengan perbedaan variable *clock cycle* (c_{clock}). Dalam pemetaannya, penyusunan polarisasi ini dimuat dalam resolusi dua dimensi yakni menyesuaikan variable OSR dan step fasa yang akan digunakan.

Referensi terbaik tentang resolusi dua dimensi ditunjukkan melalui teknik Q-joint (Gambar 4.3a). Teknik ini merupakan teknik penggabungan polarisasi satu dimensi yang masing-masing ditunjukkan pada Gambar 4.3b dan Gambar 4.3c. Gambar 4.3b merupakan susunan polarisasi satu dimensi dengan *clock cycle* bernilai genap, terdiri atas $c_{clock} = 0,2,4,6$, dst. Sedangkan Gambar 4.3c menunjukkan susunan polarisasi satu dimensi dengan *clock cycle* bernilai ganjil, terdiri atas $c_{clock} = 0,1,3,5$, dst. Hasil dan perbedaan kedua metode ini dapat dilihat pada hasil penelitian oleh Sirmayanti (2012).

Contoh Gambar 4.3 adalah polarisasi dalam nilai $OSR=8$ yaitu terdiri dari dari $step\ fasa=8$ dalam masing-masing variasi tingkatan c_{clock} .

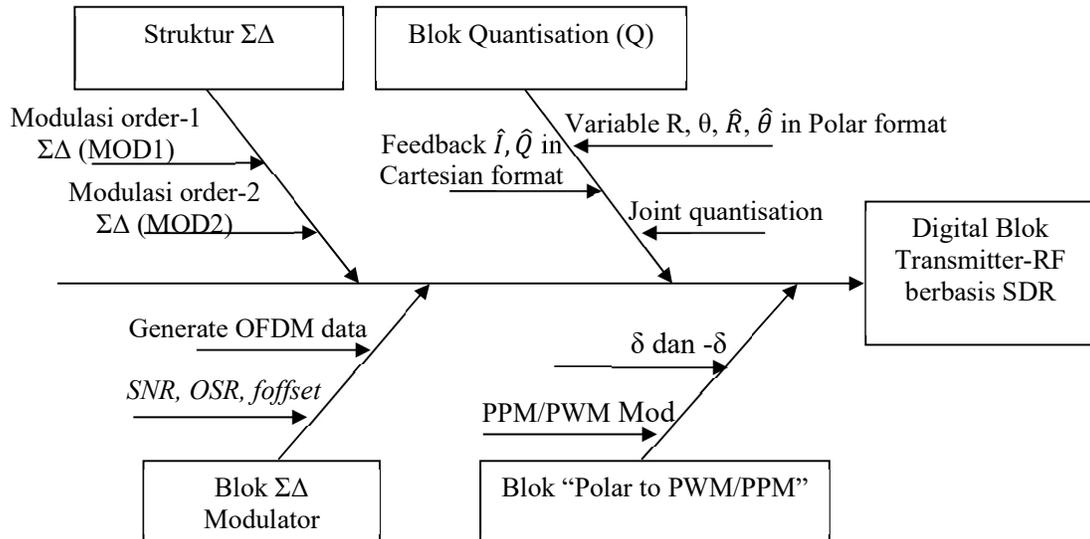


Gambar 4.3. Struktur RF-upconverter dengan aplikasi polar kuantisasi. Contoh polarisasi kuantisasi $OSR=8$.

4.3 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian ini menguraikan kegiatan yang akan dikerjakan untuk jangka waktu yang diusulkan melalui diagram fishbone, Gambar 4.4. Adapun langkah-langkah kerja penelitan selama 2 tahun diperlihatkan pada Gambar 4.5. Rangkuman metodologi penelitian sesuai dengan tujuan penelitian, konsteksual penelitian, langkah-langkah penelitian, dan indicator capaian/luaran ditampilkan pada Tabel 4.1.

4.3.1 Fish Bone

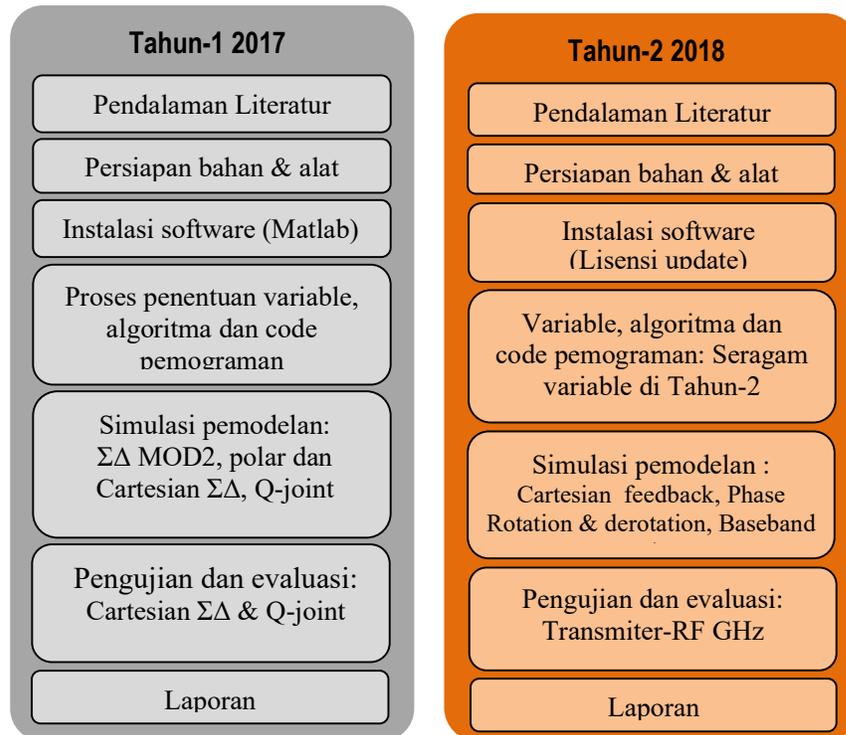


Gambar 4.4 Fishbone alur penelitian.

4.3.2 Langkah-langkah Penelitian

Langkah pelaksanaan penelitian berikut terdiri atas tujuh tahapan umum dan hasil simulasi serta pengukuran akan terintegrasi melalui analisa seluruh sistem.

- (1) *Pendalaman literature*: Pendalaman *literature review* (studi pustaka) akan difokuskan mengenai $\Sigma\Delta$ modulator, *feedback loop* polar dan Cartesian, dan *baseband tuning*.
- (2) *Persiapan bahan & alat*: Persiapan bahan & alat dilaksanakan melalui pengadaan/pembelian bahan (bahan habis pakai dan ATK) serta alat penunjang yang dibutuhkan. Bahan dan alat ini dapat berupa hardware dan software.
- (3) *Instalasi software*: Pengerjaan instalasi software sangat diperlukan dalam persiapan simulasi. Software yang digunakan harus ditunjang dengan lisensi dan versi software yang memadai termasuk toolbox dan modulnya.

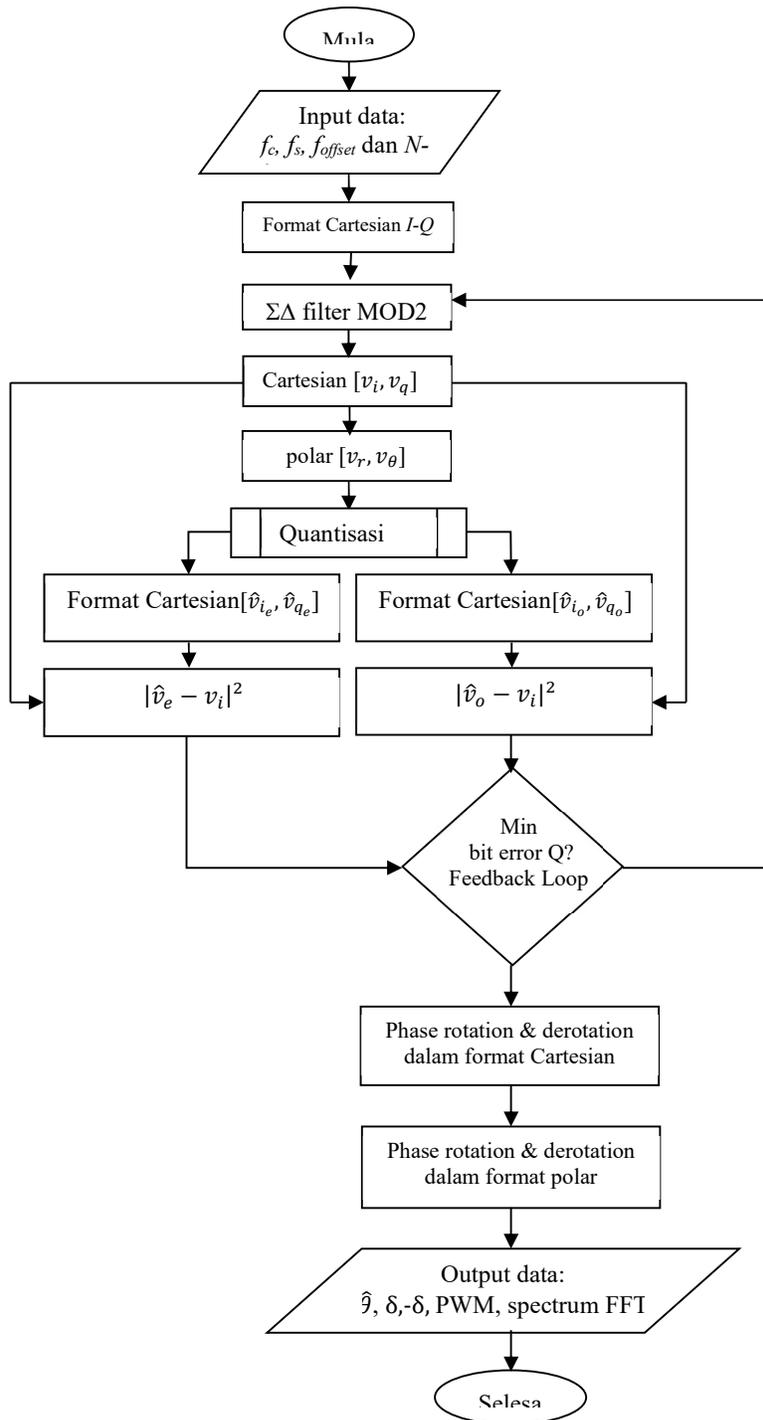


Gambar 4.5 Langkah-langkah kerja penelitian untuk 2 tahun.

- (4) *Penentuan variable, algoritma dan code pemograman*: Pengerjaan pra simulasi (*preliminary simulation*) sangat perlu dilakukan untuk mengetahui jumlah dan spesifikasi bahan dan alat yang dibutuhkan.
- (5) *Simulasi pemodelan (Simulasi MATLAB)*: Simulasi pemodelan berupa *function* akan dibuat pada tiap blok-blok struktur $\Sigma\Delta$. Sistem integrasi keseluruhan blok akan

dibuat dalam bentuk *main program*. Gambar 4.6 menunjukkan flowchart simulasi yang akan dilaksanakan

- (6) *Pengujian dan evaluasi*: Tahap ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja arsitektur transmisi-RF.
- (7) *Laporan*: Hasil penelitian akan dibuat dalam bentuk laporan dan publikasi.



Gambar 4.6. Flowchart simulasi penelitian pada software Matlab.

Tabel 4.1 Metodologi penelitian berdasarkan tujuan, konsteksual dan langka kerja penelitian.

Tujuan Penelitian	Kontekstual Penelitian	Metode Penelitian	Target & Luaran	Waktu Pelaksanaan
Menentukan akurasi variabel OSR dan f_{offset} yang tepat dalam kinerja transmitter-RF berstruktur $\Sigma\Delta$.	<p>Persiapan & Pengumpulan</p> <p>Blok $\Sigma\Delta$ modulator</p>	Studi Literature	<p>Draf Jurnal</p> <p>J. Nasional-1 (published)</p> <p>Pemakalah local conf.</p>	<p>Penelitian Tahun 1 (2017)</p>
		Bahan & alat		
		Instalasi Software		
		Input $I-Q$, OSR, f_{offset}		
		MOD1 dan		
		Cartesian to polar		
		Out baseband $[v_i, v_q]$		
		Input polar $[v_r, v_\theta]$		
		Pol to Car		
		Minimum point-Q		
Mengkaji pemodelan transmitter-RF melalui <i>phase rotation & derotation</i> dalam format Cartesian dan polar bagi penerapan <i>baseband IF tuning</i> .	<p>Blok Quantisasi</p> <p>Phase Rotation & Derotation</p>	$ \hat{v}_i - v_i ^2$	<p>Draf Buku Ajar ISBN</p> <p>Draf Model,</p> <p>Jurnal Int. published</p> <p>J. Nasional-2 published</p> <p>Pemakalah conference</p>	<p>Penelitian Tahun 2 (2018)</p>
		Output $Q[\hat{v}_r, \hat{v}_\theta]$		
		Phase rotation δ		
		Phase derotation $-\delta$		
		δ dan $-\delta$ Cartesian		
		δ dan $-\delta$ polar		
		Baseband IF tuning		
		Feedback Loop		
		Analisa feedback $[\hat{v}_i, \hat{v}_q]$		
		PWM/PPM		
Mengimplementasikan hasil pemodelan transmitter-RF dalam validasi pengukuran melalui frekuensi nyata GHz dalam rangka mewujudkan kesesuaian standar pada aplikasi software.	<p>Blok PWM/PPM</p> <p>Buiding Digital Blok transmitter-</p>	Waveform-RF, w_n	<p>Editing Buku Ajar</p> <p>Draf Desain TKT 4</p>	<p>Penelitian Tahun 2 (2018)</p>
		SMPA		
		Integrasi sistem dalam prototype & Validasi		

BAB V. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

Hasil penelitian ini telah mengembangkan pemodelan digitalisasi perangkat transmisi RF yang lebih optimal, terbaru dan diaplikasikan dalam sistem telekomunikasi wireless masa depan. Tabel 5.1 adalah hasil capaian pada Tahun-2.

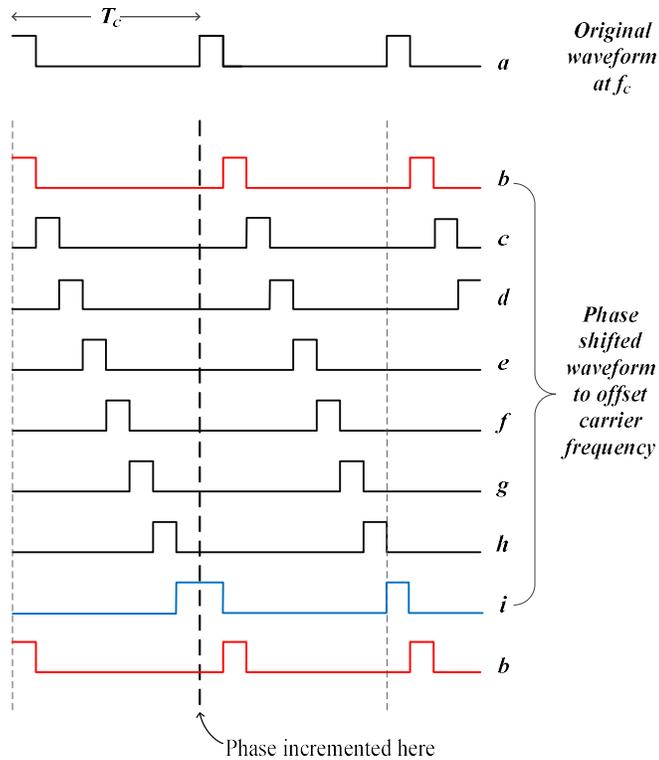
Tabel 5.1 Capaian Tahun-2

No	Jenis Luaran		Indicator Capaian		Keterangan Publikasi
			2017 (Tahun-1)	2018 (Tahun-2)	
1	Publikasi ilmiah	Internasional	Paper-1 Submitted	Paper-1 Published	(Paper-1) <i>Analysis Predicted Location of Harmonic Distortion in RF upconverter Structure</i> Jurnal Internasional TELKOMNIKA (Edisi Juni, vol 2, 2018)
2	Pemakalah dalam pertemuan ilmiah	Nasional	Paper-2 Sudah dilaksanakan		(Paper-2) <i>Kinerja Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) Sebagai Input Signal Untuk Struktur RF-Upconverter</i> Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika PNUP (SNTEI 2017) ISBN.978-602-181682-0 SNTEI2017 TEL02, hal. 252-257
			Paper-3 Sudah dilaksanakan		(Paper-3) <i>Pemodelan Phase Rotation & Derotation Bagi Penerapan Baseband If Tuning Berbasis Software Pada Rf-Upconverter</i> Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M 2017) ISSN.978-602-60766-3-2, hal. 61-66
			Paper-4 Sudah dilaksanakan		(Paper-4) <i>Analisis Fenomena Harmonik Pasca Proses PWM/PPM pada Struktur RF-Upconverter</i> Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI 2017) PNUP ISBN. 978-602-18168-2-0

					SNTEI2017_TEL11, hal. 196-200 (Paper-5) <i>Studi Pustaka Standarisasi High Resolution Quantisation (HRQ) pada aplikasi Struktur RF-Upconverter</i> SNP2M PNUP 2018
3	Hak Atas Kekayaan Intelektual (HKI)	Paten sederhana	Draft	Terdaftar	
4	Teknologi Tepat Guna		Draft	Produk	
5	Desain		Draf	Produk	
6	Metode		Draft	Produk	
7	Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT)		3 (Tercapai)	4 (Tercapai)	

5.1 Pemodelan Kuantisasi digital $\Sigma\Delta$ dan fenomena distorsi interferensi

Konsep pemodelan RF transmitter dengan struktur $\Sigma\Delta$ terlihat pada Gambar 4.1 Output kuantiser dari sebuah signal baseband adalah berupa bit-bit dalam format polar $[\hat{v}_r, \hat{v}_\theta]$. Bit ini akan diteruskan menuju blok ‘Polar to PWM/PPM’ sehingga proses pulsa square waveform dapat dihasilkan. Proses PWM akan menyesuaikan perubahan amplitude pada pulsa square tersebut, sedangkan proses PPM akan menyesuaikan perubahan fasaya. Perubahan fasa bergantung kepada nilai perubahan carrier per period-nya. Setiap perubahan ini tentunya dapat mempengaruhi adanya perubahan level kuantisasi yang terjadi setiap saat. Demikian pula bahwa setiap perubahan amplitude mempengaruhi terjadinya loss atau gain pada perubahan durasi rasio amplitude-positif menuju amplitude-negatif dan memunculkan distorsi lain, seperti distorsi AM. Saat pulsa berada diposisi atas (tinggi, berlogika “1”) dan ketika diposisi akhir untuk mengalami perubahan posisi logika maka pulsa ini akan mengikuti dan menyesuaikan perubahan pelebaran karena terikuti oleh pulsa pengikut lainnya dari periode lain, sehingga total perubahan lebar pulsa akan semakin melebar. Sebagaimana terlihat pada



Gambar 5.1 Phase shift waveform saat pulsa mengganti posisi.

Gambar 5.1 menunjukkan *waveform a-h* adalah perubahan pulsa yang beraturan dalam satu periode sama. Ketika pulsa *waveform* tersebut akan bergeser ke periode berikutnya, perubahan *waveform-h* menjadi terlihat di *waveform-i* dan mengalami pelebaran pulsa. Proses inilah kemudian memunculkan fenomena harmonik dan beberapa produk spektral liar yang tidak diinginkan disekitar band signal yang diinginkan.

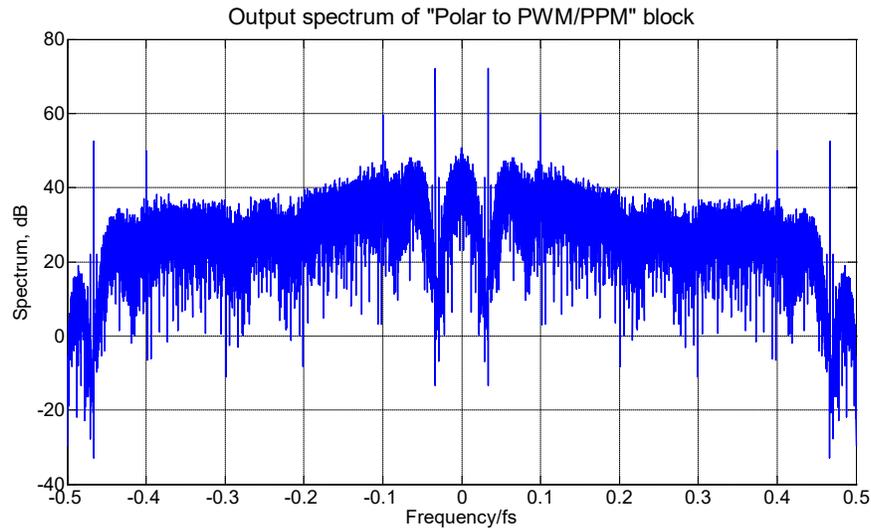
Proses PWM/PPM memerlukan digital clock (f_{clock}) untuk menghasilkan nilai sampling RF berupa carrier frequency (f_c) sesuai dengan tiap keluaran sinyal melalui sebuah variable factor disebut OSR_{RF} . OSR_{RF} ini dapat ditentukan melalui persamaan:

$$OSR_{RF} = \frac{f_{clock}}{f_c}$$

Jumlah tingkat kuantisasi, N_p , adalah setara fungsi dari OSR_{RF} , yakni jumlah siklus clock per periode bagi RF carrier ($N_p = OSR_{RF}$). Amplitudo dan fase dari bentuk gelombang dapat diperbarui dalam setiap penambahan setengah dari RF carrier yang memberikan tingkat sampel, f_s bagi filter $\Sigma\Delta$. Hal ini dapat ditentukan melalui persamaan:

$$f_s = \frac{2f_c}{i}$$

Dimana $i \geq 1$ adalah bilangan bulat positif. Biasanya nilai i dapat lebih besar dari satu ($i > 1$) karena sulitnya membuat filter $\Sigma\Delta$ berkecepatan tinggi.



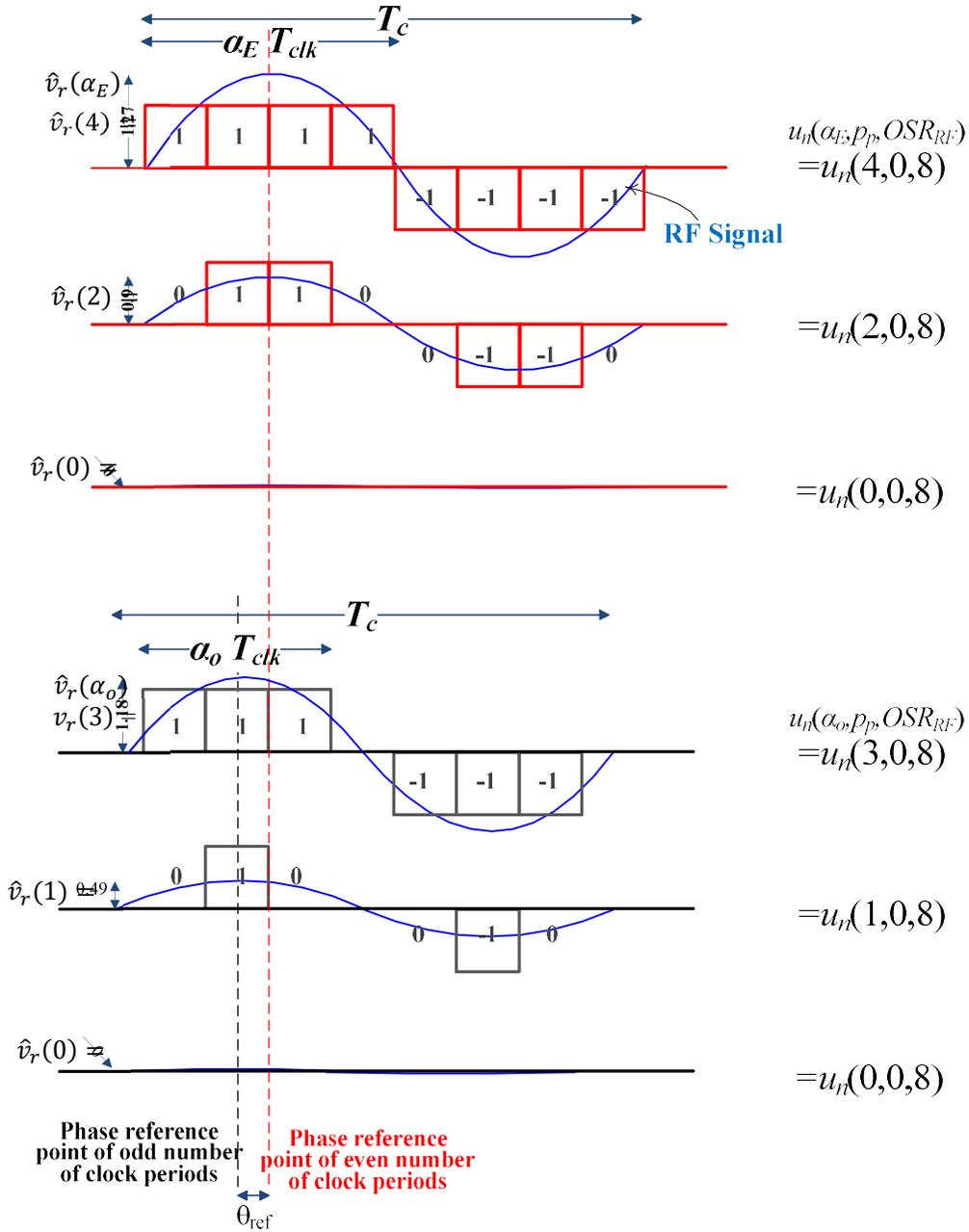
Gambar 5.2. Frekuensi spectrum pada keluaran “Polar to PWM/PPM”,
 $DS\text{-}filter = MOD2$, $G=1$, $Q_R=4$, $Q_\theta = 16$, $Sample\ per\ period = 1024$.

5.2 Akurasi OSR dan f_{offset} yang tepat dalam kinerja transmitter-RF $\Sigma\Delta$

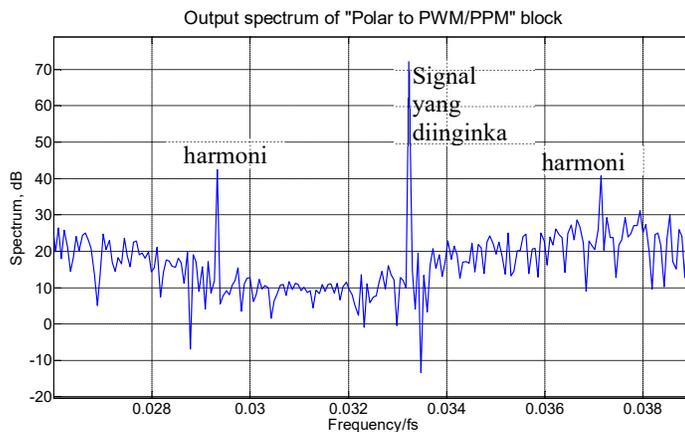
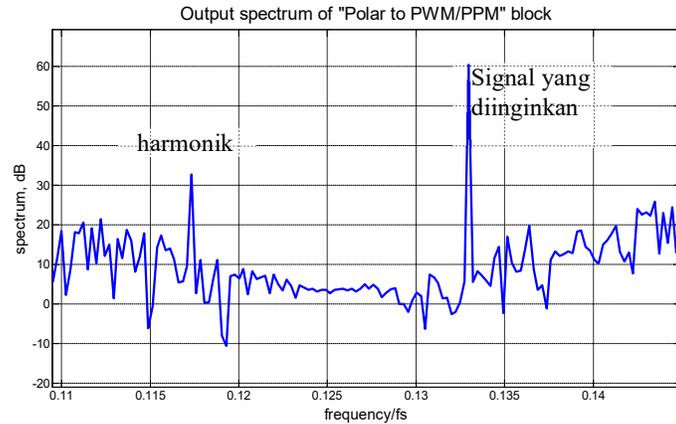
Nilai level amplitudo, N_A , ditentukan melalui amplitudo sinyal sinusoidal yang kontiyu. Sebagai contoh pada $OSR_{RF} = 8$, amplitudo ini akan memiliki lebar pulsa periode 0, 1, 2, 3 dan 4. Gambar 5.2 adalah contoh keluaran PWM/PPM. Gambar 5.3 adalah bentuk gelombang disusun dengan susunan clock genap dan ganjil yakni $w_n(4T_{clk}, 0)$ untuk clock genap dan $w_n(3T_{clk}, 0)$ untuk clock ganjil.

Parameter lainnya adalah kuantisasi fasa yang dikuantisasi secara merata ke dalam sejumlah tingkat kuantisasi fase disebut N_P . Nilai N_P dapat bertahap dari kisaran 0 sampai 2π . Hasil kuantisasi fase disebut \hat{v}_θ , ditentukan oleh posisi deretan pulsa. Hasil kuantisasi amplitudo \hat{v}_r ditentukan oleh lebar pulsanya. Contoh pada Gambar 5.3 menunjukkan kondisi amplitude maksimum pada $OSR_R = 8$. Hasil keluaran pertama adalah berupa gelombang persegi penuh, dan selanjutnya jika melalui penyaringan filter band-pass maka sinyal yang dihasilkan berupa keluaran sinusoidal. Hasil keluaran kedua akan menunjukkan penurunan level amplitude yang disebabkan oleh lebar pulsa yang berkurang dari gelombang three-level waveform. Tahap berikutnya akan menunjukkan amplitude berupa nol sinewave. Dalam hal ini, filter $\Sigma\Delta$ akan memilah

output antara ketiga keadaan tersebut di atas untuk menghasilkan amplitudo sinyal RF yang ditentukan.



Gambar 5.3 Hasil kuantisasi amplitudo carrier $\hat{v}_r(\alpha)$ untuk clock genap dan clock ganjil pada $OSR_{RF} = 8$). Catatan: α_E, α_o adalah lebar pulsa dan p_p adalah posisi pulsa.



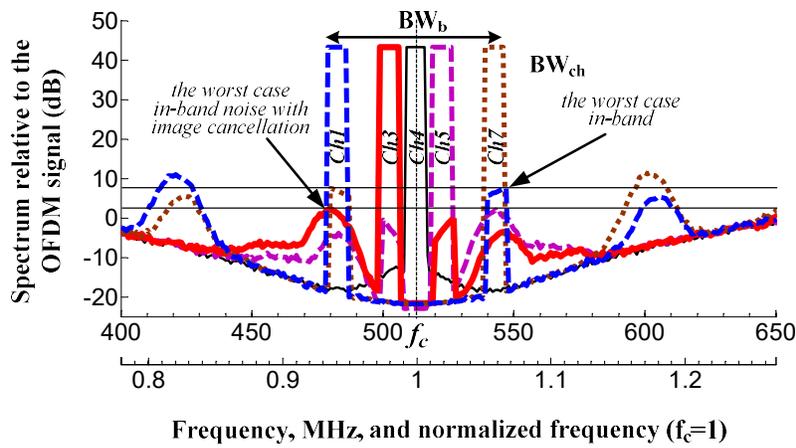
Gambar 5.4. Harmonik beupa unwanted spectral components dalam spektrum, (atas) $Q_{\theta} = 4$, (bawah) $Q_{\theta} = 16$, Sample per period = 1024.

Metode kuantisasi dari *pulsewidth period* untuk system konversi signal baseband polar menuju ke RF menggunakan PWM/PPM memunculkan distorsi di sekitar spectrum keluaran (walaupun *noise floor*-nya sudah yang sangat rendah dari *pulsewidth period* bernilai ganjil). Distorsi tersebut adalah signal harmonik pada setiap range frekuensi offsetnya (f_{offset} yaitu jarak antara f_c ke signal utama). Pada Gambar 5.4, bentuk signal harmonik ini adalah *image* ($-f_{offset}$), harmonic-3 ($3f_{offset}$), harmonic-5 ($5f_{offset}$) dan seterusnya pada setiap harmonik ganjil. Proses PPM merupakan hal yang paling krusial penyebab utama fenomena ini. Perubahan sebuah signal fasa diwakili oleh perubahan posisi pulsanya dan posisi awal pulsa tersebut (*pulse edge*) harus tepat terjadi pada awal pulsa periode (*digital timing*).

Perbedaan OSR yang digunakan mempengaruhi perubahan level kuantisasi yang diinginkan. Tabel 5.2 memperlihatkan variasi OSR dan efek level kuantisasinya.

Kemajuan dalam kecepatan logika digital telah membuka kemungkinan menghasilkan sinyal RF termodulasi secara langsung dari aliran bit tunggal. Dalam teknik PWM / PPM yang digunakan untuk mengendalikan amplitudo dan fase pembawa RF masih menghasilkan sejumlah produk harmonisa dan distorsi yang tidak diinginkan. Selain itu, kuantisasi noise masih dihasilkan saat tepi pulsa disinkronisasi dalam clock digital.

Pada Gambar 5.5 menunjukkan sejumlah kanal dalam posisi offset yang berbeda. Sangat terlihat bahwa terjadi tumpah tindih antara beberapa kanal dengan harmonic dari kanal lain yang menduduki frekuensi yang sama. Walaupun akan digunakan filter yang baik, kondisi ini belum mampu mengatasi gangguan distorsi ini.



Gambar 5.5. Hasil simulasi berupa output spektrum untuk posisi kanal yang berbeda-beda pada variable $OSR_{RF}= 32$.

Tabel 5.2 Kuantisasi level menurut OSR yang berbeda-beda

α_o	$OSR_{RF} (=N_p)$					Quantisation scheme
	4	8	16	32	64	
0	0	0	0	0	0	O D D
1	0.9003	0.4873	0.2484	0.1248	0.0625	
3	-	1.1763	0.7074	0.3696	0.1868	
5	-	-	1.0587	0.6002	0.3094	
7	-	-	1.2488	0.8078	0.4290	
9	-	-	-	0.9843	0.5444	
11	-	-	-	1.1229	0.6546	
13	-	-	-	1.2184	0.7585	
15	-	-	-	1.2671	0.8551	
17	-	-	-	-	0.9434	
19	-	-	-	-	1.0227	

21	-	-	-	-	1.0921	
23	-	-	-	-	1.1510	
25	-	-	-	-	1.1988	
27	-	-	-	-	1.2351	
29	-	-	-	-	1.2595	
31	-	-	-	-	1.2717	
α_E						E V E N
0	0	0	0	0	0	
2	1.2733	0.9003	0.4873	0.2484	0.1248	
4	-	1.2733	0.9003	0.4873	0.2484	
6	-	-	1.1763	0.7074	0.3696	
8	-	-	1.2733	0.9003	0.4873	
10	-	-	-	1.0587	0.6002	
12	-	-	-	1.1763	0.7074	
14	-	-	-	1.2488	0.8078	
16	-	-	-	1.2733	0.9003	
18	-	-	-	-	0.9843	
20	-	-	-	-	1.0587	
22	-	-	-	-	1.1229	
24	-	-	-	-	1.1763	
26	-	-	-	-	1.2184	
28	-	-	-	-	1.2488	
30	-	-	-	-	1.2671	
32	-	-	-	-	1.2733	

5.3. Konseptual digital block bagi sigma delta based RF transmitter untuk aplikasi software radio multiband

Konsep pengembangan RF transmitter dengan struktur $\Sigma\Delta$ disebut Cartesian $\Sigma\Delta$. Fenomena noise shaping terjadi pada blok awal RF transmitter yakni pada $\Sigma\Delta$ modulatornya. Sedangkan fenomena harmonic terjadi pada blok “PWM/PPM” akibat proses konversi Polar kuantisasi menjadi pulse width.

Software radio akan memegang harapan untuk sebuah sistem baru dalam komunikasi wireless. Lebih khusus lagi dengan adanya proses pemakaian bersama spektrum frekuensi (*spectrum sharing*) melalui *dynamic-coordination*, sehinggasejenis frekuensi yang mengganggu (*white space*) dapat dikreasikan lebih mungkin kedalam penggunaan spektrumnya. Kemampuan *sharing spektrum* ini dapat dibangun melalui sistem shift (*paradigm-shift*) pada sistem komunikasi wireless dari pemancar (Tx) ke penerima (Rx)dengan jalan apapun saat *interference-power* lebih besar dari pemancaran Tx, **Mitola** (1999). Hal ini tentu berdampak pada adaptasi radio sesuai pada kondisi lingkungannya. *Software radio* akan berupa sistem komputer dan bahkan dianggap

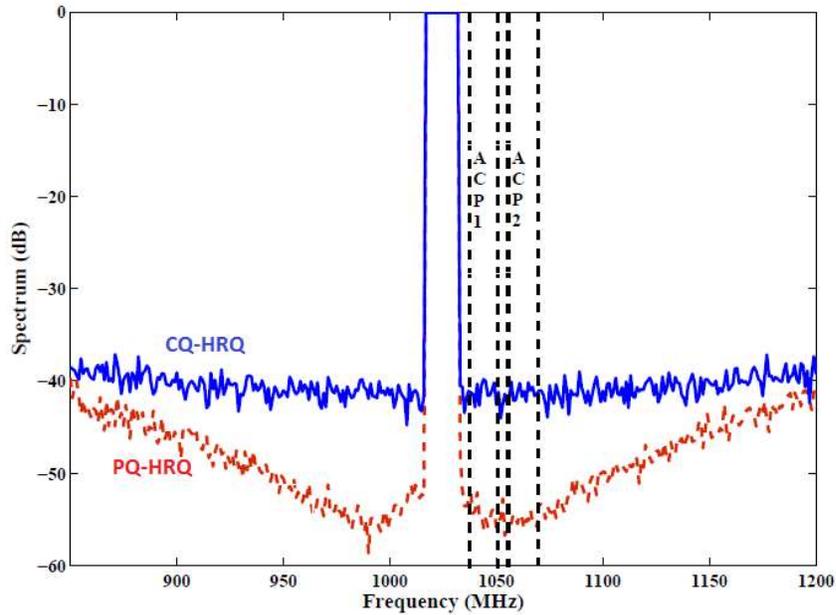
sebagai radio dalam sebuah komputer atau komputer sebagai Tx. Sistem ini menyediakan fitur teknologi komunikasi dan perhitungan kebutuhan bagi user terhadap jaringan diinginkannya.

Software radio memungkinkan sebuah konsep *multi-mode/multi-band* yang terdiri atas penerima dengan multi-penyambungan, **Vankka** (2005). Kanal yang diinginkan diseleksi dengan menggunakan sebuah filter seleksi kanal tetap pada frekuensi menengah dan lebar pita kanal yang diatur oleh parameter standar yang diberlakukan. Arsitektur umum *software radio* seperti terlihat pada Gambar 2.1. Pada konsep ini, konversi analog ke digital ditempatkan langsung pada sisi awal sistem. Setiap band yang masuk, yang memuat beberapa kanal, akan didigitalisasikan sehingga semua fungsi kerja radio yang dilaluinya akan diformasikan menggunakan program mikroprosesor DSP. Model sistem ideal penerima ini dapat pula dikonfigurasi kembali sehingga cocok pada semua band RF, modulasi ataupun format data, **Sirmayanti** (2010). Dengan sistem ini, jaringan komunikasi radio yang berlangsung mendapatkan keuntungan yang sangat signifikan terutama dalam hal pengurangan ukuran, biaya dan konsumsi daya.

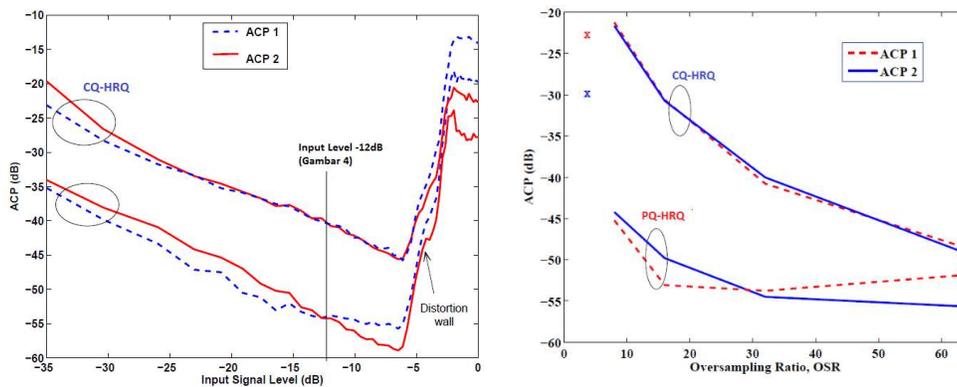
5.4 Standarisasi High Resolution Quantisation (HRQ) pada aplikasi struktur RF-Upconverter

Hasil menunjukkan bahwa PQ-HRQ memberikan perbaikan sangat signifikan atas karakteristik pada CQ-HRQ yang berhubungan dengan pemecahan permasalahan ekspansi bandwidth dan aktivitas switching. Gambar 5.6 menunjukkan plot perbandingan antara kedua teknik CQ-HRQ dan PQ-HRQ menggunakan sinyal input standar *orthogonal frequency-division multiplexing* (OFDM). Melalui metode *tuning baseband*, gambar ini menunjukkan spektrum RF signal melalui perbandingan ukuran *adjacent channel power* (ACP) terhadap dua posisi band tetangga yang berbeda, ACP1 dan ACP2. ACP didefinisikan sebagai ratio total daya noise efektif sebuah channel band (upper and lower) terhadap total power signal transmisinya.

Nampak bahwa teknik PQ-HR memiliki karakteristik noise yang lebih baik dalam membentuk posisi null dan noise shape yang lebih rendah dari pada teknik CQ-HRQ. Variabel simulasi yang digunakan adalah input OFDM dengan $f_c=1024$ MHz and B_{ofdm} (Bandwidth) = $f_c/64$, input signal level = -12 dB ($u_{rms} = 1$ at 0 dB), $OSR=32$, $G_T=1$, $OSR_{\Sigma\Delta} = 128$, dan tipe orde modulasi MOD2 (Bassoo, 2009).



Gambar 5.6. Perbandingan spektrum signal RF dari input signal OFDM menggunakan teknik SQ-HRQ dan PQ-HRQ.



Gambar 5.7. Plot ACP teknik CQ-HRQ dan PQ-HRQ terhadap input signal level (kiri) dan oversampling rate (OSR) (kanan).

Kajian berikutnya adalah efek karakteristik CQ-HRQ dan PQ-HRQ terhadap input signal level dan oversampling rate (OSR). Gambar 5.7 (kiri) menunjukkan bahwa PQ-HRQ memiliki setidaknya 10 dB ACP lebih rendah pada masing-masing nilai input sinyal yang dinamis, dibandingkan dengan CQ-HRQ. Catatan bahwa standar $u_{rms} = 1$ at 0 dB (Vankka, 2005). Pada gambar tersebut nampak bahwa standar batas terbaik nilai input signal level pada posisi null dan sebelum mencapai peningkatan distorsi adalah sekitar -4 dB. Lebih lanjut lagi, karakteristik kedua model kuantisasi ini juga terlihat

efeknya dalam penggunaan OSR yang berbeda-beda (Gambar 5.7 kanan). ACP1 dan ACP 2 nampak pada gambar tersebut. Hasil menunjukkan konsistensi PQ-HRQ menunjukkan noise shaper terbaik melalui variasi OSR.

Tabel 5.3 berikut menunjukkan kompleksitas resolusi jenis kuantisasi yang dapat diaplikasikan dalam struktur RF-upconverter. Dilihat dari total kuantisasi point (Gambar 4.3) yang dapat digunakan maka dapat dilihat level resolusi yang terjadi. Tingginya nilai resolusi ini menunjukkan pendekatan kuantisasi hasil akan menghasilkan error kuantisasi yang lebih sedikit dan rendahnya efek distorsi yang diharapkan. Level resolusi kuantisasi (\hat{Q}) adalah variable ukuran yang dapat digunakan untuk mengetahui tingkat resolusi sebuah model kuantisasi. Kuantisasi joint sebagai resolusi dua tingkat (dua dimensi) menunjukkan level resolusi kuantisasi (\hat{Q}_{joint}) terbaik sebesar $(2*OSR)-1$ dari masing-masing \hat{Q}_{even} dan \hat{Q}_{odd} . Sedangkan \hat{Q}_{even} dan \hat{Q}_{odd} yang disebut sebagai resolusi satu tingkat (satu dimensi) masing-masing memiliki kedudukan sifat yang sama.

Tabel 5.4. Jumlah point constellation c_{clock} pada masing-masing tingkatan OSR

OSR	<i>c_{clock}</i>		
	<i>Joint</i>	<i>Genap</i>	<i>Ganjil</i>
4	9	5	5
8	33	17	17
16	129	65	65
32	513	257	257
64	2049	1025	1025

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dalam rangka menuju digitalisasi transmisi, *software radio* lebih mendekati pada eliminasi fungsi tradisional radio analog dengan *digital signal processing* (DSP). Sebuah konsep baru sistem transmitter RF akan diperkenalkan menggunakan struktur *Sigma-Delta* ($\Sigma\Delta$), dimana struktur ini cocok diaplikasikan pada multi standard telekomunikasi. Teknik dasar $\Sigma\Delta$ digunakan untuk mengelolah skema modulasi yang cukup kompleks pelaksanaannya seperti pada *orthogonal frequency division multiplexing* (OFDM) sehingga dapat menghasilkan keluaran *pulse waveform*. Struktur upconverter berbasis Cartesian $\Sigma\Delta$ tepat diaplikasikan untuk meningkatkan *dynamic range*, efisiensi dan linearitas pada desain transmitter-RF GHz. Selanjutnya, sebagian besar digitalisasi system komunikasi wireless mensyaratkan kesesuaian penyetelan (tunability) pada semua frekuensi band. Namun Cartesian $\Sigma\Delta$ upconverter masih memiliki kekurangan dalam masalah noise dan gangguan harmonik dari band signal yang kita harapkan.

Permasalahan dan tantangan pada transmitter RF skema Cartesian $\Sigma\Delta$ upconverter adalah fenomena noise shaping dan harmonik signal yang besar. Harmonik ini muncul setelah melalui proses kuantisasi. Harmonik signal merupakan gangguan signal (distorsi) terbesar karena menyebabkan interferensi dan mengurangi *strength signal* pada band signal yang diinginkan. Penerapan tunability (*baseband tuning*) untuk meningkatkan *dynamic range* pemodelan *upconveter* melalui akurasi *over sampling ratio* (OSR) dan pemilihan f_{offset} (*frequency offset*) yang tepat dapat dilakukan untuk solusi permasalahan.

6.2 Saran

- Validasi tiap hasil simulasi dapat dilakukan melalui aplikasi frekuensi tinggi misalnya pengukuran dengan Field-programable gate array (FPGA).

DAFTAR PUSTAKA

- A. B. Arfi, Mohamed Helaoui, dan Fadhel M. Ghannouchi, (2015). *All-digital sigma-delta RF modulator for software defined radio applications*. Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering (CCECE), hal. 1379-1382, ISSN: 0840-7789, DOI: 10.1109/CCECE.2015.7129480.
- J. Keyzer, J. Hinrichs, A. Metzger, M. Iwamoto, I. Galton, dan P. Asbeck (2001). *Digital generation of RF signals for wireless communications with band-pass DS modulation*. Microwave Symposium Digest, 2001 IEEE MTT-S International, hal. 2127-2130.
- J. Keyzer, R. Uang, Y. Sugiyama, M. Iwamoto, I. Galton, dan P. Asbeck (2002). *Generation of RF pulsewidth modulated microwave signals using delta-sigma modulation*. Microwave Symposium Digest, 2002 IEEE MTT-S International, hal. 397-400.
- J. Mitola and G. Q. Maguire, Jr. (1999). *Cognitive radio: making software radios more personal*. Personal Communication IEEE, hal. 13-18.
- J. Vankka (2005). *Digital synthesizers and transmitters for software radio*: Springer.
- M. Helaoui, S. Hatami, R. Negra, and F. M. Ghannouchi. (2008). *A novel architecture of delta-sigma modulator enabling all-digital multiband multistandard RF transmitters design*. IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs, , vol. 55, hal. 1129-1133.
- M. Nielsen and T. Larsen. (2007). *A transmitter architecture based on delta-sigma modulation and switch-mode power amplification*. IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs, vol. 54, hal. 735-739.
- R. Schreier, G. C. Temes, and J. Wiley (2005). *Understanding delta-sigma data converters*. IEEE press Piscataway, NJ, vol. 74.
- S. **Sirmayanti** and Arni Litha (2010). *Perancangan adaptive duplexer sistem software radio multiband untuk mengatasi kelemahan fungsi radio analog menuju sistem sirkuit integrasi*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing DIKTI 2010. Perpustakaan PNUP.
- S. **Sirmayanti** and Horace King, Mike Faulkner (2011). *Sigma Delta ($\Sigma\Delta$) Architecture Integration with Digital Pre-distortion to enhance Optimal Switch Mode Power Amplification (OSMPA) in FEMTO cell Transceiver Design*. Proceeding in International Conference on Information, Comms, and Signal Processing (ICICS), hal. 1-4. DOI: 10.1109/ICICS.2011.6173552
- S. **Sirmayanti** and Mike Faulkner (2014), *$\Sigma\Delta$ Modulator for Digital Wireless Architecture: A review a revie*. Proceeding in IEEE MICEEI International Conference, hal. 83-87, DOI: 10.1109/MICEEI.2014.47067316.
- S. **Sirmayanti** dan Mike Faulkner, (2014). *Tuning baseband on Cartesian Delta-Sigma Up-conversion*. IET e-Letters Journal, Vol. 50, Issue:8, hal. 635-637, DOI: 10.1049/el.2014.0164.
- S. **Sirmayanti**, Vandana bassoo, and Mike Faulkner, (2012). *OFDM performance with Odd-Even Quantisation in Cartesian DS upconverters*. Proceeding in IEEE International Conf on Signal Processing and Communication Systems (ICPCS), hal. 1-5, DOI: 10.1109/ ICSPCS.2012.6507965.
- V. Bassoo dan M. Faulkner (2009). *Sigma-delta digital drive signals for switchmode power amplifiers*. Electronics Letters, vol. 44, hal. 1299-1300.

B.100

LAPORAN KARYA ILMIAH HASIL PENELITIAN PERIODE 2015-2018

1. Studi Dan Analisis Pemodelan End-To-End SNR Pada Transmisi Relay Dual-Hop Dengan Mixed-Multipath Fading Channel (2015)
Penulis: Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D. / Lidemar Halide, S.T., M.T
2. Fenomena Noise Shaping Dan Harmonik Pada Sigma Delta Based RF Transmitter Untuk Aplikasi Software Radio Multiband (2016)
Penulis: Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D. / Lidemar Halide, S.T., M.T
3. Akurasi Simetrik Distorsi Image Dan Solusi Image Cancellation Dari Fenomena Harmonik Up-Conversion Structure (2017)
Penulis: Ir. Ichsan Mahjud, M.T / Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D.
4. Penerapan Sistem Baseband Tuning Pada Pemodelan Transmisi Radio Frequency (Rf) Berbasis Software Radio, Tahun-1 (2017)
Penulis: Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D. / Ir. Farchia Ulfiah, M.T. / Airin Dewi Utami, S.T., M.T
5. Penerapan Sistem Baseband Tuning Pada Pemodelan Transmisi Radio Frequency (Rf) Berbasis Software Radio, Tahun-2 (2018)
Penulis: Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D. / Irfan Syamsuddin, S.T., M.ComISM., Ph.D / Airin Dewi Utami, S.T., M.T. / Ir. Ichsan Mahjud, M.T
6. Perancangan Sigma-Delta Modulation Based Digital Filter Untuk Modul Praktikum Sistem Komunikasi Digital (2018)
Penulis: Sulwan Dase, S.T., M.T. / Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D.



**UPT PERPUSTAKAAN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
2018**

B.100

B.100

SIRMAYANTI, DKK

LAPORAN KARYA ILMIAH HASIL P

LAPORAN KARYA ILMIAH HASIL PENELITIAN PERIODE 2015-2018

1. Studi Dan Analisis Pemodelan End-To-End SNR Pada Transmisi Relay Dual-Hop Dengan Mixed-Multipath Fading Channel (2015)
Penulis: Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D. / Lidemar Halide, S.T., M.T
2. Fenomena Noise Shaping Dan Harmonik Pada Sigma Delta Based RF Transmitter Untuk Aplikasi Software Radio Multiband (2016)
Penulis: Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D. / Lidemar Halide, S.T., M.T
3. Akurasi Simetrik Distorsi Image Dan Solusi Image Cancellation Dari Fenomena Harmonik Up-Conversion Structure (2017)
Penulis: Ir. Ichsan Mahjud, M.T / Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D.
4. Penerapan Sistem Baseband Tuning Pada Pemodelan Transmisi Radio Frequency (Rf) Berbasis Software Radio, Tahun-1 (2017)
Penulis: Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D. / Ir. Farchia Ulfiah, M.T. / Airin Dewi Utami, S.T., M.T
5. Penerapan Sistem Baseband Tuning Pada Pemodelan Transmisi Radio Frequency (Rf) Berbasis Software Radio, Tahun-2 (2018)
Penulis: Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D. / Irfan Syamsuddin, S.T., M.ComISM., Ph.D / Airin Dewi Utami, S.T., M.T / Ir. Ichsan Mahjud, M.T
6. Perancangan Sigma-Delta Modulation Based Digital Filter Untuk Modul Praktikum Sistem Komunikasi Digital (2018)
Penulis: Sulwan Dase, S.T., M.T. / Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D.

PERPUSTAKAAN B.J. HABIBIE
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
KETT15
SR
C



**UPT PERPUSTAKAAN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
2018**

PERIODE 2015-2018

LEMBAR

HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW

KARYA ILMIAH : HASIL PENELITIAN ATAU HASIL PEMIKIRAN YANG TIDAK DIPUBLIKASIKAN (TERSIMPAN DI PERPUSTAKAAN PERGURUAN TINGGI)*

Judul Artikel : Penerapan Sistem Baseband Tuning pada pemodelan transmisi RF berbasis Software Radio

Jumlah Penulis : 4 (empat) orang

Status Pengusul : **penulis pertama**/Penulis-kedua/penulis-korespondensi **

Identitas Artikel : a. Nama Seminar :
 b. Nomor ISSN :
 c. Waktu Penyelenggaraan :
 d. Penerbit/Penyelenggara : Perpustakaan PNUP
 e. Tanggal Publikasi : Nov-18
 f. DOI artikel (jika ada) :
 g. Alamat web jurnal :
 h. Keterangan (opsional) : LAPORAN AKHIR PENELITIAN STRATEGIS NASIONAL DIKTI 2018

Hasil Penilaian Peer Review :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal Artikel			Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Internasional /Internasiona l bereputasi** <input type="checkbox"/>	Nasional Terakreditasi <input type="checkbox"/>	Nasional *** <input checked="" type="checkbox"/>	
a. Kelengkapan unsur isi artikel (10%)			10	10
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)			27	27
c. Kecukupan dan kemutahiran data/informasi dan metodologi (30%)			25	25
d. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/jurnal (30%)			25	25
Total = (100%)			87	87
Nilai Pengusul = $87 \times 60\% =$			52.2	

Catatan Reviewer :

pd tahun ke-2 ini jumlah personel dan ~~bagi~~ anggota penititi berbeda dari tahun sebelumnya.

Makassar, 2 Ags 2021

Reviewer 2,

Dr. Ir. Satriani Said Akhmad, M.T.

NIP. 19670904 199303 2 001

Unit kerja : Jurusan Teknik Elektro PNUP

*Dinilai oleh dua Reviewer secara terpisah

**coret yang tidak perlu

***nasional/terindeks di DOAJ, CABI, Copernicus

**LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH: LAPORAN PENELITIAN YANG TIDAK DIPUBLIKASIKAN***

Judul laporan : Penerapan Sistem Baseband Tuning pada Pemodelan Transmisi Radio Frequency (RF) berbasis Software Radio

Penulis laporan : Sirmayanti, Irfan Syamsuddin, Airin Dewi Utami, Ichsan Mahjud

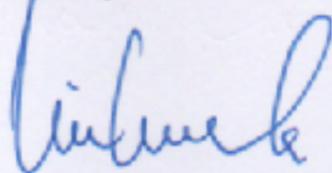
Identitas laporan : a. Tahun terbit : 2018
b. Penyandang Dana : Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kemeristekdikti
c. Jumlah halaman : 35 halaman

Hasil Penilaian *Peer Review* :

No.	Komponen yang dinilai	Nilai Maksimum Laporan Penelitian	Nilai yang diberikan penilai (NP)
a.	Kelengkapan unsur isi laporan (10%) (Mencakup prakata, daftar isi, bab/bagian, daftar Pustaka, lembar pengesahan, dan kelengkapan lain)	0,2	0,2
b.	Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (40%) (Memiliki relevansi dengan bidang keilmuan, melakukan analisis, eksplorasi, dan elaborasi terhadap masalah yang dibahas)	0,8	0,75
c.	Kecukupan dan kemuktahiran data/informasi dan metodologi (40%) (Mengungkap konsep dan mengkaji fenomena muktahir yang didukung data hasil penelitian, menggunakan kajian akademik ilmiah, bahasa yang mudah dipahami, serta didukung dengan pustaka yang relevan).	0,8	0,75
d.	Kebermanfaatan (10%) (Memberikan manfaat bagi kemajuan ilmu dan solusi bagi masalah yang dihadapi masyarakat)	0,2	0,15
Total = (100%)		2	1,85
Nilai Pengusul: 1,85			
Catatan Penilai artikel oleh Reviewer: Kelengkapan unsur isi laporan memenuhi, ruang lingkup laporan relevan dengan bidang penugasan pengusul, analisis dan pembahasan cukup. Data hasil penelitian cukup muktahir, namun Pustaka rujukan masih ada yang sudah kadaluarsa (lebih dari 10 tahun saat laporan terbit).			

Makassar, 11 September 2021

Reviewer 2,



Iin Karmila Yusri, SST. MEng. PhD.

NIP. 19760403 200212 2 001

Unit Kerja: Jurusan Teknik Elektro PNUP